

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka

mgr Jakub Woźniak

**Wpływ różnego poziomu deficytu energetycznego
i treningu w domu na tempo redukcji masy ciała
w interwencji przeprowadzanej on-line
w okresie 6 i 12 miesięcy**

The impact of different levels of energy deficit and home training
on the rate of body weight reduction in an online intervention
over the period of 6 and 12 months

Rozprawa doktorska
Doctoral thesis

Rozprawa doktorska wykonana pod kierunkiem
Prof. dr. hab. Dariusza Włodarka
Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka
Katedra Dietetyki

Warszawa, 2024 r.

Podziękowania

Chciałbym serdecznie podziękować wszystkim, bez których przeprowadzenie badań do niniejszej pracy doktorskiej nie byłoby możliwe, a sama praca nigdy by nie powstała.

Na początku chciałbym podziękować Promotorowi, Prof. dr. hab. Dariuszowi Włodarkowi, za opiekę naukową, ogromne zaangażowanie i wsparcie oraz poświęcony mi czas. Za nieocenioną pomoc i cenne rady, bez których niniejsza praca nie mogłaby powstać.

Dziękuję współautorom wszystkich publikacji naukowych wchodzących w skład tej rozprawy doktorskiej, współpraca z Wami była czystą przyjemnością.

Mamie i tacie za to jak mnie wychowali oraz wpłynęli na moje podejście do rozwoju zawodowego.

Moje żonie Kasi – za wiarę w moje możliwości i ciągłe wsparcie i mojemu synowi Franciszkowi za to, że był grzeczny, kiedy kończyłem tę pracę.

Oświadczenie promotora rozprawy doktorskiej

Oświadczam, że niniejsza rozprawa została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam, że spełnia warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora.

Data ..06.03.2025.....

Czytelny podpis promotora

Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

Świadom/a odpowiedzialności prawnej, w tym odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia, oświadczam, że niniejsza rozprawa doktorska została napisana przez mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności z ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tj. z dnia 28 października 2022 r., Dz.U. z 2022 r. poz. 2509 ze zm.)

Oświadczam, że przedstawiona rozprawa nie była wcześniej podstawą żadnej procedury związanej z uzyskaniem stopnia naukowego doktora.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja rozprawy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Przyjmuję do wiadomości, że rozprawa doktorska poddana zostanie procedurze antyplagiatowej.

Data ..06.03.2025.....

Czytelny podpis autora rozprawy

Streszczenie

Wpływ różnego poziomu deficytu energetycznego i treningu w domu na tempo redukcji masy ciała w interwencji przeprowadzanej on-line w okresie 6 i 12 miesięcy

Celem pracy było określenie wpływu różnego poziomu deficytu energetycznego i treningu w domu na tempo redukcji masy ciała w interwencji przeprowadzanej on-line w okresie 6 i 12 miesięcy. Celami szczegółowymi pracy były z kolei: określenie tempa zmniejszenia masy ciała przy zastosowaniu 15% deficytu energetycznego w okresie 12 miesięcy podczas interwencji dietetycznej on-line, określenie zależności między BMI, płcią i wiekiem badanych a tempem zmniejszenia masy ciała w interwencji 12 miesięcznej, określenie tempa zmniejszenia masy ciała przy zastosowaniu 10, 20 i 25% deficytu energetycznego w okresie 6 miesięcy podczas interwencji dietetycznej on-line oraz określenie wpływu wybranych czynników na chęć dalszej współpracy dietetycznej po współpracy 6 miesięcznej.

W interwencji 12 miesięcznej badaniami objęto 400 osób w wieku od 19 do 55 lat o średnim BMI $31,83 \pm 4,77 \text{ kg/m}^2$. U wszystkich badanych zastosowano ten sam 15% deficyt energetyczny oraz trening w domu 3 razy w tygodniu. W analizie podzielono badanych na kohorty z uwagi na bazowe BMI, wiek oraz płeć. W interwencji 6 miesięcznej natomiast badaniami objęto 180 osób w wieku od 18 do 50 lat o średnim BMI $30,5 \pm 5,0 \text{ kg/m}^2$. Uczestników podzielono na trzy grupy stosujące dietę z deficytem energetycznym rzędu 10, 20 i 25%. Dodatkowo w analizie podzielono badanych na kohorty z uwagi na chęć lub brak chęci dalszej współpracy dietetycznej. Badania zostały zaprojektowane zgodnie z metodą Respo, która polega na indywidualnym dopasowaniu całego planu odchudzania. Metoda opiera się na połączeniu 4 kluczowych aspektów współpracy ukierunkowanej na zmniejszenie masy ciała tj. planu żywieniowego, ciągłego kontaktu z dietetykiem, planu treningowego oraz naciskowi na nabywanie zdrowych nawyków żywieniowych.

W interwencji 12 miesięcznej osoby z nadwagą zmniejszyły masę ciała o 16,6 %. Grupa osób z otyłością I stopnia zmniejszyła masę ciała o 15,7 %. Grupa z otyłością >I stopnia zmniejszyła swoją masę ciała o 15,4%. Wiek nie miał wpływu na tempo zmniejszenia masy ciała u badanych. Kobiety zmniejszyły swoją masę ciała w większym stopniu, tj. o 2,7 punktu procentowego niż mężczyźni. W interwencji 6 miesięcznej grupa z 10% deficytem energetycznym odnotowała zmniejszenie się masy ciała o 7,6% (mediana), grupa z 20% deficytem o 9,9% (mediana), a grupa z 25% deficytem o 10,3% (mediana). Po interwencji 51,7% badanych zdecydowało się kontynuować dalszą współpracę dietetyczną.

Uzyskane wyniki wskazują, że dietetyczna współpraca z pacjentem prowadzona on-line jest skuteczną metodą w zmniejszeniu nadmiernej masy ciała badanych, podczas współpracy 6 miesięcznej rekomendowany deficyt energetyczny powinien wynosić między 20 a 25% energetyczności diety, z kolei w 12 miesięcznej współpracy już 15% deficytu energetycznego wydaje się optymalnym rozwiązaniem.

Słowa kluczowe: dieta, deficyt energetyczny, BMI, płeć, interwencja on-line, metoda Respo, wiek, odchudzanie

Abstract

The impact of different levels of energy deficit and home training on the rate of body weight reduction in an online intervention over the period of 6 and 12 months

The aim of the study was to determine the effect of different levels of energy deficit and home-based training on the rate of weight loss during an online intervention over a period of 6 and 12 months. The specific objectives of the study were: to determine the rate of weight loss using a 15% energy deficit over a period of 12 months during an online dietary intervention, to assess the relationship between BMI, gender and age of the participants and the rate of weight loss in a 12-month intervention, to determine the rate of weight loss using a 10, 20 and 25% energy deficit over a period of 6 months during an online dietary intervention, and to evaluate the impact of factors such as age, BMI and degree of weight reduction on the willingness to continue cooperation aimed at further weight loss of the subjects after a 6-month cooperation.

In the 12-month intervention, the study included 400 people aged 19 to 55 with an average BMI of 31.83 ± 4.77 kg/m². All participants followed the same 15% energy deficit and home-based training three times a week. The analysis divided the subjects into cohorts based on their base BMI, age and gender. In the 6-month intervention, the study included 180 people aged 18 to 50 with an average BMI of 30.5 ± 5.0 kg/m². The participants were divided into three groups using a diet with an energy deficit of 10, 20 and 25%. Additionally, the analysis divided the participants into cohorts based on their willingness or lack of willingness to continue dietary cooperation. The studies were designed in accordance with the Respo method, which involves individually adjusting the entire weight loss plan. This method integrates four key aspects of weight loss collaboration: a dietary plan, continuous contact with a dietitian, a training plan, and a focus on adopting healthy eating habits.

In the 12-month intervention, participants with overweight reduced their body weight by 16.6%. The group of participants with obesity of the first degree reduced their body weight by 15.7%. The group with obesity above the first degree reduced their body weight by 15.4%. Age had no effect on the rate of weight loss among participants. Women reduced their body weight to a greater extent, i.e. by 2.7 percentage points, than men. In the 6-month intervention, the group with a 10% energy deficit noted a reduction in body weight by 7.6% (median), the group with a 20% deficit by 9.9% (median), and the group with a 25% deficit by 10.3% (median). After the intervention, 51.7% of participants decided to continue further weight loss outside the research protocol.

The results indicate that online dietary cooperation with patients is an effective method for reducing excessive body weight. During a 6-month intervention, an energy deficit of 20% to 25% of the diet's caloric intake is recommended, while for a 12-month intervention, a 15% energy deficit appears to be the optimal approach.

Keywords: diet, energy deficit, BMI, gender, on-line, Respo method, age, lose weight

Spis treści

Wykaz publikacji składających się na rozprawę	11
Wykaz skrótów	12
1. Uzasadnienie podjęcia tematu pracy doktorskiej	13
1.1. Wstęp.....	13
1.2. Otyłość jako choroba.....	15
1.3. Farmakologiczne leczenie otyłości	16
1.4. Interwencje online ukierunkowane na normalizację masy ciała	17
2. Cel i zakres pracy doktorskiej	20
3. Hipotezy badawcze.....	21
4. Materiał i metodologia.....	21
4.1. Grupy badawcze	21
4.2. Omówienie metodyki badań	24
4.2.1. Narzędzia badawcze	25
4.2.2. Charakterystyka wykonywanego treningu.....	25
4.2.3. Metody pomiarów antropometrycznych	26
4.2.4. Metoda określania zapotrzebowania energetycznego badanych i ustalanie wielkości deficytu energetycznego	26
4.2.6. Charakterystyka stosowanej diety	28
4.2.7. Kontrola uczestników w trakcie badania	28
4.2.8. Analiza statystyczna wyników.....	29
5. Omówienie wyników prac badawczych i dyskusja nad nimi.....	29
5.1. Publikacja II: Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study	29
5.1.1. Charakterystyka wszystkich uczestników badania ogółem na początku badania	29
5.1.2. Charakterystyka uczestników badania w poszczególnych zakresach BMI w trakcie oraz po zakończonej interwencji dietetycznej z uwzględnieniem tempa redukcji masy ciała	30
5.1.3. Dyskusja.....	34
5.2. Publikacja III: Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study	35

5.2.1. Charakterystyka uczestników badania w poszczególnych zakresach wieku na początku badania	36
5.2.2. Charakterystyka uczestników badania o danej płci i w poszczególnych zakresach wieku w trakcie oraz po zakończonej interwencji dietetycznej z uwzględnieniem tempa zmniejszenia masy ciała	37
5.2.3. Dyskusja	41
5.3. Publikacja IV: The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue the reduction program conducted online – An Intervention Study.....	43
5.3.1. Charakterystyka uczestników badania ogółem przed planowaną interwencją dietetyczną	43
5.4.2. Charakterystyka uczestników badania w poszczególnych grupach deficytu energetycznego w trakcie oraz po zakończonej interwencji dietetycznej z uwzględnieniem tempa zmniejszenia masy ciała	44
5.4.3. Charakterystyka uczestników badania w grupach osób, które podjęły i nie podjęły dalszej współpracy dietetycznej po okresie interwencji	46
5.3.4. Dyskusja	47
6. Ograniczenia badania	50
7. Weryfikacja hipotez, stwierdzenia i wnioski	51
8. Stwierdzenia	52
9. Wnioski	53
10. Spis piśmiennictwa.....	54
11. Spis tabel i rycin.....	62
12. Dorobek naukowy	63
13. Publikacje stanowiące rozprawę doktorską wraz z oświadczeniami współautorów.....	65

Wykaz publikacji składających się na rozprawę

1. Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. Alternative and Online Weight Loss Interventions During Covid-19 Pandemic Lockdown. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. **2022**, 73(2), 147-158. doi.org/10.32394/rpzh.2022.0204

20 pkt MNiSW, IF = 0

2. Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study. *Nutrients*. **2022**, 14, 3281.

doi.org/10.3390/nu14163281

140 pkt MNiSW, IF = 5,71

3. Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. **2022**, 19, 12009. doi.org/10.3390/ijerph191912009

70 pkt MNiSW, IF = 4,61

4. Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue the reduction program conducted online – An Intervention Study. *Food Science & Nutrition*. **2024**, 12, 8920–8929. doi.org/10.1002/fsn3.4442

100 pkt MNiSW, IF = 3,55

Łączna liczba punktów według listy MNiSW: 330

Łączna wartość współczynnika IF: 13,87

Wykaz skrótów

BIA (*bioelectrical impedance analysis*) – analiza impedancji bioelektrycznej

BMI (*body mass index*) – wskaźnik masy ciała

CE (*Conformité Européenne*) – certyfikat zgodności z dyrektywami Unii Europejskiej

CPM – całkowita przemiana materii

CVD (*cardiovascular diseases*) – choroby układu sercowo-naczyniowego

DXA (*dual-energy X-ray absorptiometry*) – absorpcjometria podwójnej energii promieniowania rentgenowskiego

EFSA (*European Food Safety Authority*) – Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności

GUS – Główny Urząd Statystyczny

HRQoL (*health-related quality of life*) - indeks jakości życia

IU (*international unit*) – jednostka międzynarodowa

NEAT (*non-exercise activity thermogenesis*) - wskaźnik spontanicznej aktywności fizycznej

NICE (*National Institute for Health and Care Excellence*) - Narodowy Instytut Doskonałości Zdrowia i Opieki

PAL (*physical activity level*) – współczynnik aktywności fizycznej

PPM - podstawowa przemiana materii

RDA (*recommended dietary allowance*) – zalecane dzienne spożycie

RT (*resistance training*) – trening oporowy

USDA (*United States Department of Agriculture*) – Departament Rolnictwa Stanów Zjednoczonych Ameryki

WHO (*World Health Organization*) – Światowa Organizacja Zdrowia

WHR (*waist to hip ratio*) – wskaźnik stosunku obwodu talii do obwodu bioder

WHtR (*waist to height ratio*) – wskaźnik stosunku talii do wzrostu

1. Uzasadnienie podjęcia tematu pracy doktorskiej

Do opracowania niniejszego rozdziału została wykorzystana opublikowana praca przeglądowa:

1. Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. Alternative and Online Weight Loss Interventions During Covid-19 Pandemic Lockdown. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. 2022, 73(2), 147-158.

1.1. Wstęp

Nadwaga i otyłość to problem, z którym boryka się już niemalże 2/3 polskiego społeczeństwa (Jung 2014). Przez siedzący tryb życia, złe nawyki żywieniowe oraz stres, coraz więcej osób boryka się z nadmierną masą ciała. Chociaż wiele osób doświadcza początkowych sukcesów podczas prób redukcji nadmiernej masy ciała, to większość ma trudności z utrzymaniem efektów odchudzania w dłuższej perspektywie czasowej (Kraschnewski i wsp. 2005; Douketis i wsp. 2005). Powszechne obserwowane zwiększenie masy ciała po terapii odchudzającej związane jest z malejącą motywacją do przestrzegania zaleceń dietetycznych wraz z czasem jej trwania lub po jej zakończeniu. Behawioralne badania interwencyjne wskazują na bezpośredni związek między przestrzeganiem zaleceń stosowanych w terapii otyłości a zmniejszeniem masy ciała, niezależnie od stosowanej diety redukującej. Ponadto, wydaje się, że, im większy zastosowano deficyt energetyczny tym reżim dietetyczny jest trudniejszy do utrzymania w dłuższej perspektywie czasowej (Dansinger i wsp. 2005; Foster i wsp. 2010; Sacks i wsp. 2009). Kolejnym zagadnieniem jest adaptacja organizmu do zmniejszonej podaży energii w diecie poprzez zmniejszenie wydatków energetycznych i zwiększenie uczucia głodu, co również sprzyja przyrostowi masy ciała (Leiber i wsp. 1995; Sumithran i wsp. 2011). W jakim stopniu skład diety wynikający z udziału makroskładników pokarmowych wpływa na tę adaptację, pozostaje przedmiotem badań i dyskusji. Jednak bardzo istotnym zagadnieniem w terapii odchudzającej jest dostosowanie składu diety do indywidualnych preferencji osób w celu uzyskania jak najlepszej jej skuteczności (Freedhoff i wsp. 2016; Pagoto i wsp. 2013). Dodatkowo istotne jest indywidualne dostosowanie wartości energetycznej diety interwencyjnej. Zbyt duże jej zmniejszenie może powodować chęć zaprzestania stosowania diety, zwiększone poczucie głodu oraz może skutkować efektem „jojo” po zakończeniu interwencji. Natomiast zbyt mały deficyt energetyczny może być związany z niesatysfakcjonującym tempem zmniejszania masy ciała co może prowadzić do zniechęcenia i do zaprzestania stosowania diety.

Problem otyłości dotyka coraz większej grupy ludzi na całym świecie. W 2016 roku 1,9 miliarda osób dorosłych zmagало się z nadwagą a spośród nich 650 milionów z otyłością. Dodatkowo jak donosi raport z 2019 roku 38,2 mln dzieci w wieku poniżej 5 lat ma nadwagę lub otyłość – szacuje się, że liczba dzieci jak i dorosłych z nadwagą czy otyłością będzie stale się zwiększała (WHO 2021). W wielu krajach interwencje mające na celu zahamowanie rozprzestrzeniania się COVID-19 doprowadziły do pogorszenia się sytuacji gospodarczo-ekonomicznej społeczeństwa. Przekłada się to z kolei na pogłębienie nierówności społeczno-

ekonomicznej jak w przypadku każdego kryzysu finansowego (Iversen i Soskice 2019). Biorąc pod uwagę związek między statusem ekonomicznym społeczeństw a ryzykiem wystąpienia otyłości można podejrzewać, że epidemia otyłości i chorób jej towarzyszących będzie postępować jeszcze szybciej (Schwartz i wsp. 2017). Jednym z wyjaśnień takiej tendencji jest preferowanie przez osoby o niższym statusie ekonomicznym żywności tańszej, o dużej wartości energetycznej, typu „fast food” oraz łatwo dostępnej a tego rodzaju żywność sprzyja ryzyku otyłości (Darmon i Drewnowski 2008; Kim i wsp. 2018). Co interesujące praca przeglądowa opublikowana w *Obesity Reviews* z 2021 roku dowodzi, że odgórne zainteresowanie rozwiązaniem problemu otyłości jest tym większe im w społeczeństwie częściej postrzega się problem otyłości za problem środowiskowy a nie indywidualny. W pracy tej podkreślano konieczność niestygmatyzowania otyłości (Hill i wsp. 2021). Dodatkowo warto zauważyć, że izolacja narzucana podczas kwarantanny w trakcie pandemii COVID-19 w wielu krajach sprzyjała zmniejszeniu spontanicznej i zaplanowanej aktywności fizycznej. Od pierwszego kwartału 2020 roku okresowo bądź na stałe zamykano kluby fitness i inne miejsca służące do uprawiania aktywności fizycznej. Istnieje wiele publikacji naukowych potwierdzających pozytywny wpływ wzmożonej aktywności fizycznej na zmniejszenie ryzyka rozwoju otyłości (Chin i wsp. 2016; Jakicic i Davis 2011; Ho i wsp. 2012). Celem prewencji nadwagi i otyłości rekomenduje się 2,5h dziennie wydatkowania energii w postaci NEAT (wskaźnik spontanicznej aktywności fizycznej). Zwiększenie NEAT jako środka wspomagającego utrzymanie masy ciała może także pozytywnie wpływać na stan adaptacji metabolicznej, wynikający ze stosowania diety niskokalorycznej oraz stanowić alternatywną metodę kontroli masy ciała (Hopkins i wsp. 2016). Co interesujące do tej pory brakują silnych dowodów na to, że ryzyko otyłości związane jest ze spożyciem określonej grupy produktów spożywczych. Metaanaliza z 2019 roku w której analizowano wyniki prac dotyczących związku między spożyciem określonych grup żywności a ryzykiem otyłości wykazała, że istnieje bardzo niska lub niska jakość dowodów na to, że niektóre produkty mają wpływ na ryzyka rozwoju otyłości (Schlesinger i wsp. 2019).

Na zwiększenie ryzyka rozwoju otyłości może mieć wpływ zwiększenie poziomu stresu psychicznego w populacji. W pracy Bjorntorp (2001) stwierdzono, że reakcje psychospołeczne na stres promują zwiększone przyjmowanie energii wraz z dietą. Dodatkowo osoby o ograniczonych interakcjach społecznych są bardziej narażone na rozwój otyłości. Problem otyłości nie jest związany jedynie ze zwiększoną śmiertelnością czy ryzykiem wystąpienia chorób. Kolotkin i Andersen (2017) na podstawie przeprowadzonej metaanalizy badań dowodzą związku między zwiększonym BMI a zmniejszoną zdrowotną jakością życia (z ang. health-related quality of life- HRQoL). Dodatkowo związek ten wykazano również po operacji bariatrycznej, po której to zmniejszenie masy ciała u badanych wiązało się ze znaczną poprawą tego wskaźnika.

Podsumowując, problem otyłości na świecie stale rośnie. Ze względu na ten trend niezbędne wydaje się opracowanie skutecznych metod leczenia i przeciwdziałania otyłości na świecie a badania w tym kierunku powinny być priorytetem. Większe nasilenie pandemii otyłości wydaje się mieć wyraźny związek z przeprowadzanymi lockdown-ami w trakcie pandemii COVID-19 co wskazuje na konieczność szukania coraz to lepszych sposobów pomocy

osobom z nadmierną masą ciała w celu jej zmniejszenia i utrzymania na optymalnym poziomie wartości BMI.

1.2. Otyłość jako choroba

Otyłość stała się w ostatnich dziesięcioleciach jednym z głównych problemów zdrowia publicznego. Wiąże się to ze zwiększoną zachorowalnością i śmiertelnością. Jest czynnikiem ryzyka rozwoju różnych schorzeń, w tym choroby niedokrwiennej serca, cukrzycy typu 2, nadciśnienia tętniczego, dyslipidemii, bezdechu sennego czy różnych typów nowotworów, w tym raka okrężnicy, piersi, pęcherzyka żółciowego, endometrium, nerek i wątroby (Vucenik i Stains 2012; Chrostowska i wsp. 2013; De Pergola i Silvestris 2013; De Lorenzo i wsp. 2019). W ostatnim czasie pojawia się wiele doniesień o otyłości jako czynniku ryzyka ciężkiego przebiegu zakażenia COVID-19 i zwiększonej śmiertelności u osób otyłych (Dietz i Santos-Burgoa 2020; Korakas i wsp. 2020; Sattar i wsp. 2020).

Otyłość jest opisywana przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) jako nadmierne gromadzenie się tkanki tłuszczowej, które może zagrażać zdrowiu (WHO 2021). Towarzystwo Obesity Society w swoim stanowisku z 2018 r. uznało otyłość za chorobę przewlekłą (Jastreboff i wsp. 2019). Etiologia choroby jest związana głównie z nieprawidłowymi zachowaniami żywieniowymi. Jest to skorelowane z dodatnim bilansem energetycznym, w którym ilość dostarczanej energii z pożywieniem jest większa niż wydatek energetyczny organizmu, powodując niezamierzony przyrost masy ciała (O'Hill i wsp. 2010). Jednakże otyłość może również występować jako wtórna przyczyna chorób o podłożu genetycznym, chorób podwzgórza lub chorób endokrynologicznych (Wright i wsp. 2012; Van der Valk i wsp. 2019). Można także rozpoznać otyłość jatrogenną, najczęściej wywołaną lekami (Kumar i Aronne 2020).

Niezamierzonemu przyrostowi masy ciała sprzyja dodatni bilans energetyczny, który jest spowodowany zwiększonym spożyciem żywności, zmniejszonym poziomem aktywności fizycznej lub obydwoma wymienionymi czynnikami. Nadmierne spożycie żywności jest konsekwencją wzmożonego odczuwania głodu lub zmniejszonego uczucia sytości. Na struktury podkorowe mózgu kontrolujące apetyt wpływają czynniki środowiskowe, takie jak dostępność żywności, dostępność produktów o dużej wartości energetycznej, smak, marketing, reklama określonych rodzajów żywności (Abdelaal i wsp. 2017). Chociaż patologia otyłości jest również powiązana z pewnym stopniem podatności uwarunkowanej genetycznie. Podobne czynniki genetyczne uczestniczą w rozmieszczeniu tkanki tłuszczowej w ciele, ogólnym jego składzie i odkładaniu się tłuszczu trzewnego po okresie nadmiernego spożycia pokarmu (Poveda i wsp. 2016).

Adipozopatię uznaje się za przyczynę otyłości pierwotnej. Definiuje się ją jako zaburzenia anatomiczne i/lub funkcjonalne tkanki tłuszczowej, których następstwem są nieprawidłowe reakcje endokrynologiczne i immunologiczne (Bays 2014). Otyłość trzewna, przerost adipocytów oraz wydzielanie leptyny i mediatorów prozapalnych przez tkankę tłuszczową podtrzymują stan adipozopatii. Zmiany metaboliczne i hormonalne przyczyniają się do insulinooporności, która często występuje u osób otyłych (Cao 2014; Grant i Dixit 2015).

Dlatego otyłość może prowadzić do rozregulowania szlaków metabolicznych. Obecność białek prozapalnych może wywołać ogólnoustrojowy stan zapalny o niskim stopniu nasilenia (Tchonia i wsp. 2013). Zaburzenie homeostazy metabolicznej przyczynia się do rozwoju miażdżycy, nadciśnienia tętniczego, dyslipidemii, cukrzycy typu 2, hiperandrogenemii (Longo i wsp. 2019).

Nadmiar lipidów magazynowany jest głównie w postaci podskórnej tkanki tłuszczowej. Trzewna tkanka tłuszczowa stanowi dodatkowy ich magazyn (Alexopoulos i wsp. 2014). Trzewna tkanka tłuszczowa ma silniejszy związek z występującymi zaburzeniami metabolicznymi u osób otyłych niż podskórna tkanka tłuszczowa (Liu i wsp. 2018). Tkanka tłuszczowa zlokalizowana wokół nerek może prowadzić do zwiększonego ucisku nerek, co skutkuje podwyższonym ciśnieniem krwi. Dlatego u osób otyłych często obserwuje się nadciśnienie tętnicze (Hall i wsp. 2014). Powiększenie tkanek miękkich gardła może zaburzać funkcję dróg oddechowych, prowadząc do obturacyjnego bezdechu sennego (Heymsfield i Wadden 2017). Podwyższone ciśnienie śródbrzusze wywołane przez trzewną tkankę tłuszczową ma szkodliwy wpływ na przełyk, powodując chorobę refluksową żołądkowo-przełykową lub przełyk Barretta (El-Serag i wsp. 2014). Nadmierna masa ciała powoduje także mechaniczne obciążenie stawów, stąd zwiększone ryzyko choroby zwyrodnieniowej stawów u osób otyłych (King i wsp. 2013).

1.3. Farmakologiczne leczenie otyłości

Jeżeli zapobieganie otyłości zawodzi, konieczne jest leczenie. Kilka strategii leczenia może pomóc w zmniejszeniu nadmiernej masy ciała i zmniejszeniu ryzyka konsekwencji zdrowotnych otyłości. Do najczęstszych strategii leczenia otyłości zalicza się modyfikację diety, zwiększenie aktywności fizycznej, farmakoterapię, a w niektórych przypadkach także leczenie operacyjne. Wytyczne europejskie wskazują, że celem leczenia otyłości nie powinno być skupianie się wyłącznie na redukcji masy ciała (a tym samym wartości BMI). W walce z otyłością należy uwzględnić zmiany w składzie ciała, a także zmniejszenie obwodu talii. Główny nacisk należy położyć na utrzymanie aktualnej masy beztłuszczowej przy jednoczesnym zmniejszeniu masy tłuszczowej. Ponadto do celów leczenia powinna należeć także poprawa jakości życia i ogólnego dobrostanu osób otyłych (Yumuk i wsp. 2015).

Wytyczne NICE (2014) (z ang. National Institute for Health and Care Excellence) zalecają rozważenie interwencji farmakologicznej, jeśli oceniano wcześniej podejście do diety, ćwiczeń fizycznych i stylu życia. Europejskie Towarzystwo Badań nad Otyłością zaleca farmakoterapię otyłości u osób z BMI ≥ 30 kg/m² lub BMI ≥ 27 kg/m² z współistniejącą chorobą związaną z otyłością (Yumuk i wsp. 2014). Leki należy włączyć do leczenia otyłości, jeśli w przeszłości wystąpiła nieudana, klinicznie nie znaczące zmniejszenie masy ciała ($<5\%$ całkowitej masy ciała) oraz w celu utrzymania zredukowanej masy ciała (Alamuddin i wsp. 2016). W Unii Europejskiej dopuszczone są trzy leki: Orlistat, Liraglutyd i Naltrekson SR/bupropion SR (May i wsp. 2020). Orlistat jest inhibitorem lipazy, który zmniejsza wchłanianie tłuszczów w jelicie cienkim o około 30%. W badaniach klinicznych zaobserwowano redukcję masy ciała średnio o około 3,8 kg w stosunku do placebo (Bray i wsp. 2016). Częstymi działaniami niepożądanymi leku są zaburzenia jelitowe, takie

jak tłusty stolec, biegunka, wzmożona defekacja i dyskomfort w jamie brzusznej (Pi-Sunyer i wsp. 2015; Babenko i wsp. 2019; Tran i wsp. 2017). Liraglutyd jest jednym z agonistów receptora glukagonopodobnego peptydu-1 (GLP-1). W Stanach Zjednoczonych dostępnych jest obecnie pięć agonistów receptora GLP-1: eksenatyd, liraglutyd, albiglutyd, dulaglutyd i liksysenatyd (Chadda i wsp. 2021; Billes i wsp. 2014; Daugherty i wsp. 2012). W ostatnich latach wprowadzona są kolejne leki w leczeniu otyłości.

1.4. Interwencje online ukierunkowane na normalizację masy ciała

Wraz z szybkim rozwojem aplikacji internetowych i modelu świadczenia opieki zdrowotnej on-line, restrukturyzacji ulegają także konsultacje z zakresu dietetyki (Bailly i wsp. 2021). Niemały wpływ miała także pandemia COVID-19, przez którą część usług poradnictwa dietetycznego przeniosła się do sektora on-line (Stanton i wsp. 2020). Co więcej, ostatnie badania przeprowadzone w czasie pandemii COVID-19 w Polsce i innych krajach wskazują, że w okresie izolacji w badanych grupach doszło do zwiększenia masy ciała (Bhutani i Cooper 2020; Di Renzo i wsp. 2020). Biorąc to pod uwagę wydaje się, że poradnictwo żywieniowe on-line jest dobrym rozwiązaniem. Telemedycyna to świadczenie usług opieki zdrowotnej z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych, gdy pracownik służby zdrowia i pacjent nie znajdują się w tym samym miejscu. Telemedycyna wykorzystuje transmisję danych, informacji medycznych, niezbędnych do profilaktyki, leczenia i monitorowania stanu zdrowia pacjenta (Hutchesson i wsp. 2021). Bazując na badaniach i praktyce, dietetycy zaczynają odchodzić od konsultacji w gabinecie do formy konsultacji on-line z wykorzystaniem aplikacji mobilnych i stron internetowych. Jest to o tyle istotne, że globalny problem rozwoju otyłości wymaga interwencji, które można wdrożyć na dużą skalę i będą one łatwo dostępne dla pacjenta. W ostatnich latach wzrosła tendencja do wdrażania technologii internetowych do wykrywania chorób, zapobiegania, leczenia i promocji zdrowia (Pagoto i wsp. 2012). E-zdrowie, czyli zdrowie elektroniczne, definiuje się jako „wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych, w szczególności Internetu, w celu poprawy zdrowia i opieki zdrowotnej” (Eng i wsp. 2001). Dzięki technologii internetowej dietetycy mogą skutecznie gromadzić dane pacjentów, opracowywać plany żywieniowe, komunikować się z pacjentami i monitorować efekty interwencji dietetycznych (Probst i wsp. 2012; Six i wsp. 2010; Beasley i wsp. 2008). Umieszczenie tych informacji na jednej platformie internetowej zwiększa świadomość pacjentów w zakresie żywienia, zapewnia szybką informację zwrotną w relacji pacjent-dietetyk lub umożliwia wprowadzenie zmian w diecie w oparciu o zindywidualizowane zalecenia specjalisty (Donald i Franklin 2009). IDiet WL (z ang. IDiet Weight Loss) to komercyjny program odchudzania. Przeanalizowano dane od 644 osób zapisanych do 11-tygodniowego programu grupowego skupiającego się na redukcji nadmiernej masy ciała. Program był realizowany w formie cotygodniowych, godzinnych spotkań grupowych, które obejmowały edukację żywieniową, kontrolę masy ciała, wsparcie i dyskusję. Uczestnicy mieli możliwość komunikowania się z uczestnikami i liderem oraz zamieszczanie swoich pomiarów na stronie internetowej. Dane do analizy zebrano z programów prowadzonych w miejscu pracy, indywidualnie tworzonych grup lub wideokonferencji online. Średnie początkowe BMI uczestników wynosiło $32,4 \pm 7,1$ kg/m². Badanie wykazało, że uczestnicy wideokonferencji, osoby starsze i osoby rejestrujące się

samodzielnie w grupach, częściej zgłaszały swoje wyniki. Po 11 tygodniach średnie zmniejszenie masy ciała wyniosła 7,4 kg, a 74% uczestników osiągnęło jej zmniejszenie o 5% i więcej. Uczestnicy badania odnotowali znaczną kliniczną redukcję nadmiernej masy ciała, co zachęca do szerszego wdrożenia programu iDiet zarówno w trybie stacjonarnym, jak i za pośrednictwem Internetu (Das SK i wsp. 2017).

Batsis i współpracownicy (2021) w badaniu obserwacyjnym zbadali skuteczność internetowych interwencji zdrowotnych i żywieniowych u osób starszych. Głównym celem badania była ocena akceptowalności i wykonalności internetowych metod interwencyjnych w zakresie kontroli masy ciała u osób starszych z otyłością. Do badania włączono 142 osoby, które ukończyły 65. rok życia i mieszkały w ośrodku socjalnym. Czas trwania badania wynosił 6 miesięcy (od października 2018 r. do maja 2019 r.). Uczestnicy badania mieli BMI równe lub większe niż 30 kg/m². Interwencja polegała na cotygodniowych wideo konsultacjach z dietetykiem, obejmujących terapię behawioralną i ograniczenie wartości energetycznej diety. Dodatkowo uczestnicy dwa razy w tygodniu brali udział w zajęciach ruchowych z fizjoterapeutami, które również odbywały się on-line (wideo konsultacje). Uczestnicy badania używali urządzenia „Fitbit Altra HR” do monitorowania aktywności. Po 6 miesiącach interwencji zaobserwowano średnie zmniejszenie masy ciała wynoszące 4,6 +/- 3,5 kg. W zakresie sprawności fizycznej poprawę odnotowano m.in. w zakresie siedzenia i wstawania. Uzyskane wyniki wskazują, że interwencja internetowa oparta na technologii mająca na celu poprawę stanu zdrowia (zmniejszenie nadmiernej masy ciała) jest akceptowalna i możliwa w przypadku starszych osób dorosłych z otyłością. Uzyskano zarówno zmniejszenie masy ciała jak i poprawę wydolności fizycznej. Skuteczność i wykonalność poradnictwa dietetycznego za pomocą aplikacji przetestowali także szwajcarscy badacze. W oparciu o technologię opracowaną przez firmę Ovia dla dietetyków, służącą prowadzeniu poradnictwa dietetycznego dla pacjentów z nadwagą i otyłością, wykonano badanie z udziałem 36 kobiet i 7 mężczyzn. Po całym okresie interwencji (12 tygodni) zaobserwowano istotne statystycznie różnice (zmniejszenie) w zakresie mediany zmiany masy ciała, BMI i obwodu talii. Nastąpiła także poprawa nawyków żywieniowych polegająca na zwiększeniu częstotliwości spożywania warzyw, owoców i śniadania oraz zmniejszeniu częstotliwości spożywania słodczy, tłuszczów i alkoholu (Hutchesson i wsp. 2015).

W metaanalizie przeprowadzonej przez Beleigoli i współpracowników (2019) oceniono skuteczność interwencji zdrowotnych realizowanych on-line w porównaniu z interwencjami nie wykorzystującymi technologii internetowej w zakresie zmniejszenia masy ciała i zmiany stylu życia u osób z nadwagą i otyłością. Do analizy włączono jedenaście badań, które wykazały, że zmiany masy ciała i BMI różnią się w przypadku poradnictwa on-line i off-line. Interwencje on-line doprowadziły do większej krótkoterminowej redukcji masy ciała, ale nie do długoterminowej redukcji masy ciała. Problemem w ocenie była jednak heterogeniczność badań. Wskazano także, że zaangażowanie pacjentów jest jednym z problemów interwencji prowadzonej on-line (Yang i wsp. 2021).

Do podobnych wniosków doszli w 2021 r. badacze oceniający skuteczność odchudzania podczas interwencji on-line w różnych krajach – Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii

i Irlandii, Kanadzie, Australii i Nowej Zelandii. Po 16 tygodniach prowadzonej interwencji masa ciała uczestników badania zmniejszyła we wszystkich regionach od 3% do 3,7%. Badacze znaleźli także wstępne potwierdzenie założenia, że internetowe interwencje żywieniowe opracowane w jednym kraju mogą być stosowane na całym świecie w różnych krajach, pomimo różnic w podejściu do żywności i aktywności fizycznej (Bailly i wsp. 2021).

Ważną rolę w efektywności redukcji nadmiernej masy ciała odgrywa także wsparcie społeczne. Simpson i współpracownicy (2020) zbadali skuteczność interwencji opartej na wykorzystaniu aplikacji, sieci internetowej i wsparcia społecznego u otyłych dorosłych w celu utraty nadmiernej masy ciała. Do badania włączono 109 osób z BMI ≥ 30 kg/m², 73 osoby w grupie interwencyjnej i 36 osób w grupie kontrolnej. Skupiono się na ocenie 3 głównych parametrów – BMI, diety i aktywności fizycznej. Grupa interwencyjna miała dostęp do aplikacji HelpMeDoIt! i strony internetowej przez 12 miesięcy. Na stronie internetowej zamieszczono, oparte na dowodach naukowych, informacje na temat redukcji nadmiernej masy ciała, wyznaczania celów i monitorowania, a także porady dotyczące korzystania ze wsparcia społecznego ze strony krewnych. Natomiast aplikacja dała uczestnikom możliwość wyznaczania celów w zakresie redukcji masy ciała, monitorowania postępów i zapraszania ludzi do ich wsparcia. Grupa kontrolna otrzymała broszurę dotyczącą zdrowego stylu życia. Wszyscy uczestnicy mieli dostęp do innych dostępnych źródeł wiedzy na temat zmian w stylu życia lub wsparcia. Dane po 12-miesięcznej interwencji wykazały, że aplikacja HelpMeDoIt promowała wsparcie społeczne na rzecz redukcji masy ciała. Wsparcie i monitorowanie postępów były kluczowymi elementami dla uczestników badania. 61% celów postawionych przez uczestników w aplikacji zostało zrealizowanych. Średnia procentowa redukcja masy ciała w grupie interwencyjnej wyniosła -3,2%, a w grupie kontrolnej -2,3%. Badanie wskazało, że nowatorska interwencja wsparcia społecznego w postaci aplikacji i strony internetowej może promować dążenie do prawidłowej sylwetki oraz jest wykonalna i akceptowalna. Do podobnych wniosków doszli inni badacze testujący skuteczność internetowych interwencji zdrowotnych w zakresie zachowań zdrowotnych. Zauważyli duży potencjał interwencji prowadzonych on-line w zakresie zaangażowania i osiągnięcia wyznaczonych celów. Opracowywanie i ocena interwencji on-line stwarza nowe wyzwania i nowe wersje starych wyzwań, które wymagają ulepszonej, a być może całkowicie nowych metod badawczych i ewaluacyjnych. Przyszłe analizy ekonomiczne dotyczące zdrowia muszą rozpoznawać i modelować złożone i potencjalnie dalekosiężne koszty i korzyści interwencji cyfrowych (Michie i wsp. 2017).

2. Cel i zakres pracy doktorskiej

Głównym celem pracy było określenie wpływu różnego poziomu deficytu energetycznego i treningu w domu na tempo redukcji masy ciała w interwencji przeprowadzanej on-line w okresie 6 i 12 miesięcy

Celami szczegółowymi pracy były:

- określenie tempa zmniejszenia masy ciała przy zastosowaniu 15% deficytu energetycznego w okresie 12 miesięcy podczas interwencji dietetycznej on-line
- określenie zależności między BMI, płcią i wiekiem badanych a tempem zmniejszenia masy ciała w interwencji 12 miesięcznej
- określenie tempa zmniejszenia masy ciała przy zastosowaniu 10, 20 i 25% deficytu energetycznego w okresie 6 miesięcy podczas interwencji dietetycznej on-line
- określenie wpływu takich czynników jak wiek, BMI, stopień redukcji masy ciała, na chęć dalszej współpracy ukierunkowanej na dalszą redukcję masy ciała badanych po współpracy 6 miesięcznej.

Zakres pracy obejmował:

- zaprojektowanie dwóch badań trwających: 12 miesięcy (badanie obserwacyjne prospektywne) i 6 miesięcy (badanie interwencyjne);
- rekrutację osób z nadmierną masą ciała;
- przeprowadzenie ankiet kwalifikujących do badań;
- podział uczestników na grupy badawcze;
- przygotowanie indywidualnej diety i treningu dla każdego uczestnika;
- regularne analizy raportów masy ciała oraz pomiarów antropometrycznych;
- notowanie danych dotyczących sposobu odżywiania się badanych w okresie badania;
- weryfikacja chęci na dalszą współpracę dietetyczną po 6 miesiącach;
- opracowanie zgromadzonych danych i analiza statystyczna wyników;
- zestawienie uzyskanych wyników z wynikami innych badaczy;
- sformułowanie wniosków.

3. Hipotezy badawcze

Hipoteza 1: Interwencja on-line jest skutecznym narzędziem w odchudzaniu pacjentów z nadwagą lub otyłością.

Hipoteza 2: Deficyt energetyczny rzędu 20% jest najbardziej efektywny pod kątem tempa zmniejszenia masy ciała w interwencji on-line trwającej 6 miesięcy ukierunkowanej na redukcję nadmiernej masy ciała.

Hipoteza 3: Osoby z otyłością >1 stopnia uzyskują większe zmniejszenie masy ciała wyrażone w kilogramach (wartość bezwzględna) i procencie masy ciała (wartość względna) w porównaniu do osób z nadwagą i otyłością 1 stopnia w interwencji z 15% deficytem energetycznym trwającej 12 miesięcy.

Hipoteza 4: Skuteczność prowadzenia on-line interwencji w celu redukcji nadmiernej masy ciała jest podobna wśród kobiet i mężczyzn.

Hipoteza 5: Osoby w różnym wieku uzyskują podobne zmniejszenie masy ciała wyrażone w procencie masy ciała (wartość względna) w wyniku prowadzonej on-line interwencji mającej na celu redukcję nadmiernej masy ciała.

4. Materiał i metodologia

4.1. Grupy badawcze

W interwencji trwającej 12 miesięcy (Interwencja I) do oceny zostało włączonych 720 osób. W trakcie obserwacji 320 osób zrezygnowało z interwencji bez podawania przyczyny, dlatego ostatecznie obserwacji poddano 400 osób (190 mężczyzn i 210 kobiet). Badani byli w wieku od 19 do 55 lat o średnim BMI $31,83 \pm 4,77$ (min 25,1 max 51,8). Liczba osób z nadwagą tj. z wartością BMI między 25 a 29,9 wynosiła 161, osób z otyłością 1 stopnia tj. z wartością BMI między 30 a 34,9 wynosiła 135 a osób z otyłością II stopnia i otyłością olbrzymią tj. z wartością BMI powyżej 35 wynosiła 104.

W interwencji trwającej 6 miesięcy (Interwencja II) do badania zrekrutowano 224 osoby. Ostatecznie 180 osób wypełniło protokół i zostało włączonych do analizy. 44 osoby zostały wykluczone ze względu na brak chęci kontynuowania badania, bez podania przyczyny. Liczba mężczyzn i kobiety była równa i wynosiła po 90 osób. Średnie BMI wynosiło $30,5 \pm 5,0$ (min 21,3 max 49,2). Wśród badanych było 86 osób z wartością BMI wskazującym na nadwagę, 54 osoby miały otyłość 1 stopnia, pozostałe 30 osób miało otyłość II stopnia lub olbrzymią.

Badania uzyskały pozytywną opinię Komisji Etyki Badań z udziałem ludzi przy Instytucie Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW nr 35/2021.

Kryteria włączenia do badania:

- Mężczyźni i kobiety
- Wiek: 18-60 lat
- Dostępność do komputera i/lub telefonu z dostępem do Internetu
- Brak kontuzji związanych z układem ruchu
- Brak przeciwwskazań lekarza do regularnej aktywności fizycznej

Kryteria wykluczenia z badania:

- Niedoborowa masa ciała (BMI poniżej 18,50)
- Osoby poniżej 18. roku życia lub powyżej 60. roku życia
- Osoby ze zdiagnozowanymi zaburzeniami odżywiania, chorobami nerek (GFR <60)
- Osoby o szczególnych potrzebach żywieniowych (np. dieta eliminacyjna o szczególnych potrzebach żywieniowych)
- Kobiety w ciąży lub karmiące piersią
- Osoby przyjmujące leki mające wpływ na tempo metabolizmu lub poczucie łaknienia
- Osoby ze zdiagnozowanymi chorobami psychicznymi

Dokładna charakterystyka grup w interwencji I została przedstawiona w tabeli 1 i tabeli 2, a charakterystyka grup w interwencji II została przedstawiona w tabeli 3.

Tabela 1. Charakterystyka osób na początku interwencji I z podziałem na grupy BMI

Wariacja	Nadwaga (n=161)		Otyłość I stopnia (n=135)		Otyłość II i III stopnia (n=104)		p*
	Kobiety=87 Mężczyźni=74		Kobiety =67 Mężczyźni =68		Kobiety =56 Mężczyźni =48		0,71
	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	p**
Wiek [lata]	31,9 ± 3,01 ^a	30 (19-54)	34,2 ± 7,2 ^b	32 (20-55)	34,7 ± 7,7 ^b	33 (22-55)	0,001
Wzrost [cm]	1,74 ± 0,09	1,74 (155-2,02)	1,73 ± 0,09	1,75 (1,5-1,96)	1,72 ± 0,8	1,72 (1,58-1,96)	0,44
Masa ciała [kg]	83,9 ± 10,6 ^a	82 (63-118)	96,1 ± 11,1 ^b	97 (69-121,9)	114,5 ± 14,6 ^c	115 (90,9-156,8)	0,0001
BMI [kg/m²]	27,6 ± 1,28 ^a	27,7 (25,1-29,7)	31,8 ± 1,1 ^b	31,7 (30-33,8)	38,4 ± 3,5 ^c	37,1 (35,1-51,8)	0,0001
PPM [kcal]	1745 ± 231 ^a	1694 (1323-2470)	1964 ± 269 ^b	2005 (1465-2559)	2248 ± 349 ^c	2250 (1634-3108)	0,0001
PAL	1,57 ± 0,11 ^a	1,6 (1,3-2,0)	1,46 ± 0,13 ^b	1,4 (1,3-2,0)	1,39 ± 0,12 ^b	1,4 (1,2-1,8)	0,0001
CPM [kcal]	2741 ± 422 ^a	2654 (1984-3855)	2867 ± 407 ^b	2842 (2101-4040)	3127 ± 462 ^c	3101 (2112-4603)	0,0001
Ilość treningów w tygodniu	3,18 ± 0,72	3 (1-6)	3,23 ± 0,86	3 (1-6)	3,2 ± 0,96	3 (1-7)	0,79
Czas treningu [min]	56,4 ± 17,3	60 (30-120)	56,8 ± 18	60 (30-120)	57,3 ± 19,2	60 (30-120)	0,90
Czas treningów w tygodniu [min]	179,8 ± 70,3	180 (60-480)	183,3 ± 78	180 (30-480)	188,8 ± 91,8	180 (30-600)	0,88

*Test Pearsona – różnice między płcią

**Test Kruskala Wallisa – test rang

^{a, b, c} Test Kruskala Wallisa – różnice między grupami

Tabela 2. Charakterystyka osób na początku interwencji I z podziałem na 2 grupy płci

Wariacja	Mężczyźni (n=190)		Kobiety (n=210)		p*
	Średnia $\pm$ SD	Mediana (min-max)	Średnia $\pm$ SD	Mediana (min-max)	
Wiek [lata]	33,43 $\pm$ 6,9	32 (19-55)	34,41 $\pm$ 7,45	31 (20-55)	0,48
Wzrost [cm]	1,80 $\pm$ 0,07	1,80 (1,57-2,02)	1,67 $\pm$ 0,06	1,68 (1,5-1,87)	0,00001
Masa ciała [kg]	103,6 $\pm$ 16	103 (64,8-156,8)	89,1 $\pm$ 14,8	87 (63-142)	0,00001
BMI [kg/m ²]	31,9 $\pm$ 4,54	30,86 (25,1-48,9)	31,8 $\pm$ 4,98	31 (25,2-51,76)	0,54
PPM [kcal]	2156 $\pm$ 310	2147 (1360-3108)	1763 $\pm$ 251	1695 (1323-2898)	0,00001
PAL	1,48 $\pm$ 0,15	1,42 (1,2-2,0)	1,49 $\pm$ 0,14	1,5 (1,2-2,0)	0,07
CPM [kcal]	3173 $\pm$ 410	3140 (2230-4603)	2621 $\pm$ 310	2592 (1984-3921)	0,00001
Ilość treningów w tygodniu	3,13 $\pm$ 0,82	3 (1-7)	3,31 $\pm$ 0,84	3 (1-6)	0,01
Czas treningu [min]	58,7 $\pm$ 17,96	60 (30-120)	55 $\pm$ 17,99	60 (30-120)	0,02
Czas treningów w tygodniu [min]	185 $\pm$ 81,9	180 (90-330)	181,7 $\pm$ 76,7	180 (45-430)	0,59

*Test U Manna Whitneya

Tabela 3. Charakterystyka wszystkich osób na początku interwencji II z podziałem na 3 grupy z różnym deficytem

Wariacja	Deficyt 10% (n=58)		Deficyt 20% (n=62)		Deficyt 25% (n=60)		P*
	Kobiety=29 Mężczyźni=29		Kobiety =31 Mężczyźni=31		Kobiety =30 Mężczyźni=30		1,00
	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	P**
Wiek [lata]	34,27 ± 3,01	34 (21-50)	34,3 ± 6,7	33,5 (21-48)	33,7 ± 7	33 (21-50)	0,81
Wzrost [cm]	1,73 ± 0,1	1,74 (148-2,03)	1,73 ± 0,08	1,72 (1,54-1,93)	1,75 ± 0,1	1,78 (1,57-1,95)	0,38
Masa ciała [kg]	90,3 ± 22,2 ^a	86,7 (55-150)	90,1 ± 15,9 ^a	89,5 (56-134)	98,8 ± 20,7 ^b	99,6 (59,5-162,8)	0,02
BMI [kg/m ²]	29,6 ± 5,26 ^a	28 (21,3-45,3)	30,1 ± 4,49 ^a	29,2 (23,1-41,8)	31,9 ± 5 ^b	31,8 (22,1-49,2)	0,005
Obwód pasa [cm]	99,9 ± 16,3	99,5 (71-140)	98,6 ± 12,2	99,5 (70-127)	104,7 ± 15,3	104,5 (74-144)	0,06
Obwód bioder [cm]	104,8 ± 12,7 ^a	102,5 (83-149)	105 ± 11,9 ^a	104,5 (74-131)	110,8 ± 12 ^b	112 (82-144)	0,001
PPM [kcal]	1988 ± 486 ^a	1908 (1210-3301)	1982 ± 350 ^a	1969 (1232-2948)	2173 ± 456 ^b	2191 (1309-3581)	0,02
PAL	1,44 ± 0,14	1,42 (1,2-1,8)	1,42 ± 0,14	1,43 (1,2-1,9)	1,41 ± 0,14	1,4 (1,2-1,9)	0,31
CPM [kcal]	2848 ± 655	2698 (1869-4056)	2814 ± 507	2791 (1920-3985)	3035 ± 621	3045 (1989-4300)	0,13
Ilość treningów w tygodniu	3	3 (3-3)	3	3 (3-3)	3	3 (3-3)	-
Czas treningu [min]	63,4 ± 11,6	60 (60-65)	63,6 ± 10,4	60 (60-65)	64,6 ± 10,8	60 (60-65)	0,81
Czas treningów w tygodniu [min]	190,9 ± 34	180 (175-190)	190,9 ± 31	180 (170-185)	193,5 ± 32,4	180 (175-195)	0,85

*Test Pearsona – różnice między płcią

**Test Kruskalla Wallisa – test rang

^{a, b} Test Kruskalla Wallisa – różnice między grupami

4.2. Omówienie metodyki badań

Obydwa badania zostały zaprojektowane zgodnie z metodą Respo, która polega na indywidualnym dopasowaniu całego planu odchudzania, modelowania sylwetki, osiągnięcia lepszego zdrowia i samopoczucia do potrzeb każdego podopiecznego. Dietetyk tak dobiera sposób działania, żeby był maksymalnie dopasowany do pacjenta. Dieta indywidualnie dobrana do preferencji smakowych pacjenta zwiększa stopień realizacji planu. Czas potrzebny na wykonania posiłków na cały dzień był konsultowany z każdym podopiecznym i dobierany tak by zwiększyć szanse na realizację planu posiłków przez długi czas. Pory posiłków jak i ich liczba nie były sztywno wyznaczane przez dietetyka a responsywnie negocjowane z pacjentem. Treningi dostosowane były do możliwości kondycyjnych

pacjenta, tego jaki sprzęt posiadał (lub nie posiadał) i czasu jaki przeznaczał na aktywność fizyczną. Każdy trening opatrzony był filmikiem instruktażowym, do którego pacjenci mieli dostęp w każdym momencie współpracy. Wykonanie treningu jak i zjedzenie posiłków uczestnicy raportowali każdego dnia współpracy. Najczęściej osoby biorące udział w badaniu trenowały 3 razy w tygodniu po 60 minut. Treningi były oparte na wielostawowych ćwiczeniach całego ciała dostosowanych do poziomu wytrenowania i możliwości pacjentów. Trzecim filarem metody jest opieka, która polega na ciągłym kontakcie on-line z dietetykiem za pośrednictwem czatu on-line. Aby zwiększyć możliwość kontaktu z dietetykiem pacjenci mogli do niego napisać z każdego urządzenia elektronicznego z dostępem do Internetu. Ostatnim filarem metody są nawyki. W celu zmniejszenia efektu jojo przez cały okres współpracy z pacjentem stawia się nacisk na kształtowanie poprawnych nawyków przez pacjentów. W tym celu służy edukacja żywieniowa oparta na codziennym życiu pacjenta. Przez długi okres współpracy z dietetykiem pacjenci uczestniczą w różnego rodzaju spotkaniach towarzyskich, mają zmniejszenie motywacji czy spotykają ich zdarzenia losowe, które wpływają na stopień realizacji planu. Dzięki ciągłej edukacji jak zachować się w tego rodzaju sytuacjach pacjenci w założeniu mogą w większym stopniu realizować plan żywieniowo-treningowy a przy tym po zakończeniu programu istnieje większa szansa na zachowanie tych nawyków na resztę życia (WHO 2024). Pod kątem zawartości witamin i składników mineralnych dieta była zaprojektowana według rekomendacji dla zdrowych dorosłych według zaleceń norm żywienia dla populacji Polski (Jarosz 2012; Jarosz 2017).

4.2.1. Narzędzia badawcze

Do badania użyto następujących narzędzi badawczych:

Formularz żywieniowo-medyczny – zawierał pytania dotyczące wieku (data urodzenia), masy ciała, wysokości ciała, poziomu aktywności fizycznej, doświadczenia treningowego, stanu zdrowia, preferencji dotyczących lubianych i nielubianych składników diety, ilości posiłków, preferowanych pór spożywania posiłków, posiadanego sprzętu kuchennego oraz preferowanych rodzajów posiłków.

Profil pacjenta w systemie informatycznym – każdy z pacjentów badania miał dostęp do swojego osobistego profilu na stronie internetowej, gdzie odnotowywał co dwa tygodnie efekty współpracy z dietetykiem oraz swoje spostrzeżenia na temat współpracy.

Aplikacja dietetyczna “Respo” - aplikacja ta służyła pacjentom do: komunikacji z dietetykiem za pomocą czatu on-line, dodawania raportów co 2 tygodnie, zapoznawania się z przygotowaną dietą oraz planem treningowym.

4.2.2. Charakterystyka wykonywanego treningu

Badani w obydwu interwencjach wykonywali trening w domu z intensywnością 3 razy w tygodniu po około 60 min każdy. Trening ten był ułożony przez wykwalifikowanego trenera fizjoterapeutę, który dostosowywał ćwiczenia fizyczne zawarte w treningu do możliwości treningowych pacjentów, biorąc pod uwagę ich ewentualne dysfunkcje aparatu ruchu oraz preferencje. Trening opierał się na angażowaniu wszystkich

partii mięśniowych tak, by w największym stopniu pobudzić zużycie energii podczas jego trwania oraz by był optymalnym bodźcem do utrzymania masy mięśniowej podczas stosowania diety z deficytem energetycznym, który może negatywnie wpłynąć na masę tkanki mięśniowej. Sam trening opierał się na ćwiczeniach z obciążeniem własnego ciała takich jak: przysiad, wykroki, zakroki, pompki, odwrotne pompki, plank, martwy ciąg na jednej nodze, plank bokiem, rowerek, pies z głową w górze, pajacyki i tym podobne.

4.2.3. Metody pomiarów antropometrycznych

Pomiary antropometryczne wykonywane były co 2 tygodnie w obydwu interwencjach. Pomiarów dokonywali sami pacjenci po uprzedniej edukacji. Edukacja skupiała się na dokładnym wskazaniu punktów ciała na wysokości których badani musieli dokonywać pomiarów obwodów ciała. Wszystkie pomiary dokonywane były w białiznie, w stanie na czczo w godzinach porannych. Obwód uda mierzono 20 cm nad górnym brzegiem rzepki. Obwód bioder mierzono 3 cm pod pępkiem, a obwód talii 3 cm nad pępkiem osób badanych. Wszystkie obwody ciała oraz wysokość ciała były mierzone z dokładnością do 0,1 cm za pomocą taśm miarowych z certyfikatem CE spełniających wymogi w zakresie urządzeń medycznych. Każdy pomiar pacjenci wykonywali dwukrotnie, a notowana była wartość średnia pomiarów. Masę ciała mierzono za pomocą wag z atestem CE co sprawdzano w momencie kwalifikacji pacjentów do badania.

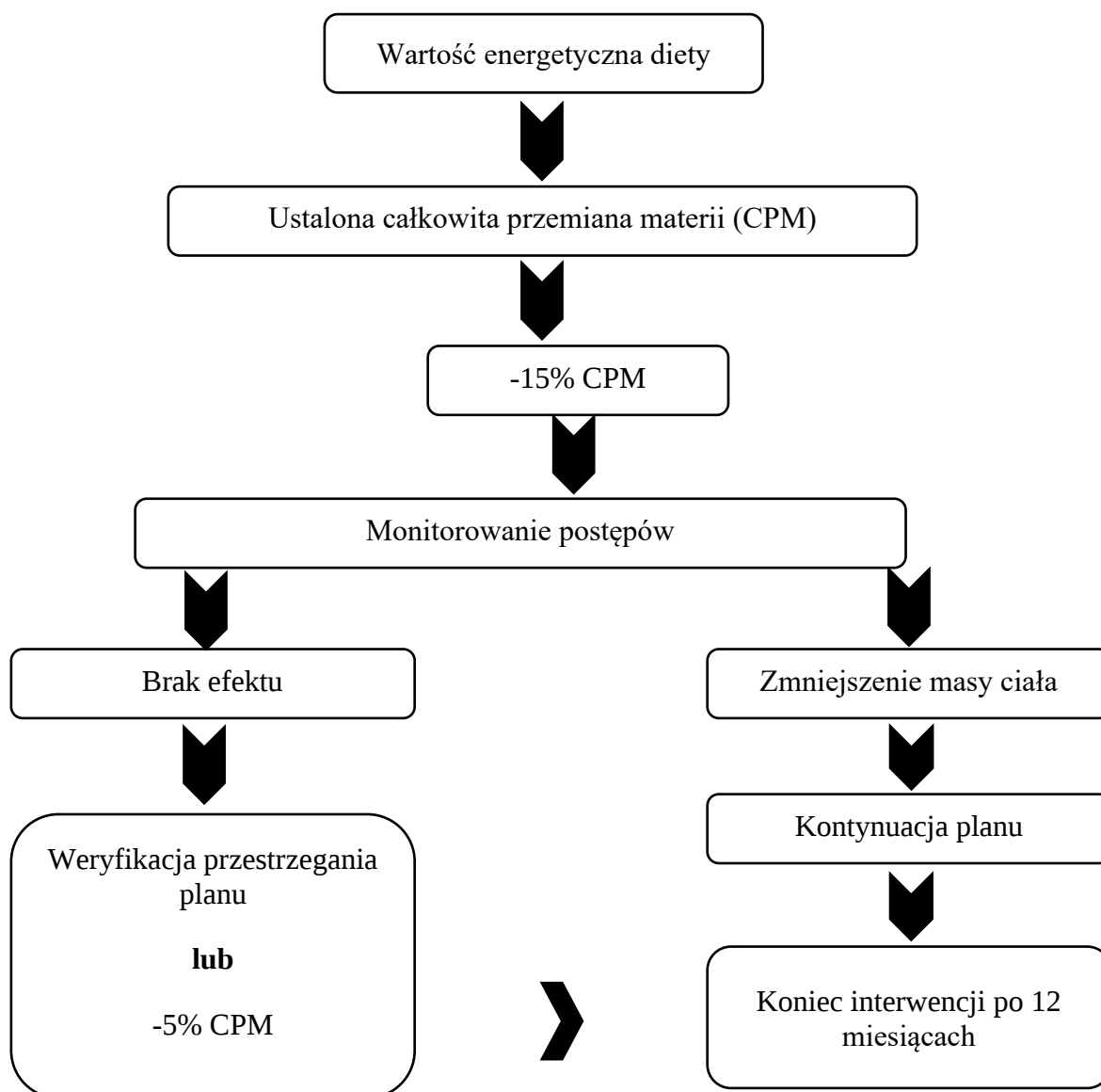
W celu ustalenia prawidłowej masy ciała użyto wskaźnika BMI, zwanego także wskaźnikiem Queteleta II, będący wynikiem podzielenia masy ciała (wyrażonej w kilogramach) przez wzrost do kwadratu (wyrażony w metrach kwadratowych). Przedstawiona poniżej skala pozwala na przyporządkowanie wartości wskaźnika BMI do odpowiedniego zakresu według klasyfikacji WHO (2020):

< 18,50 = niedowaga
18,50–24,99 = wartość prawidłowa
25,00–29,99 = nadwaga
30,00–34,99 = otyłość I stopnia
35,00–39,99 = otyłość II stopnia
> 40 = otyłość III stopnia (olbrzymia).

4.2.4. Metoda określania zapotrzebowania energetycznego badanych i ustalanie wielkości deficytu energetycznego

W interwencji I wartość energetyczna diety została pomniejszona o 15% względem zapotrzebowania organizmu, które zostało ustalone na podstawie podstawowej przemiany (PPM) materii oszacowanej za pomocą wzoru Harrisa i Benedicta z uwzględnieniem wskaźnika aktywności fizycznej (PAL) wedle rekomendacji Instytutu Żywności i Żywienia (Jarosz 2012; Jarosz 2017). Poziom aktywności fizycznej szacowany był na podstawie kwestionariusza opublikowanego przez Johansson'a i Westerterp'a (2008). W toku interwencji żywieniowej wartość energetyczna diety mogła być zmniejszona w wyniku zaobserwowania braku redukcji masy ciała lub zwiększenia masy ciała na przestrzeni czasu minimum 4 tygodni. Pierwszym działaniem w przypadku braku efektów diety była kontrola założeń diety oraz aktywności fizycznej. Szczegóły protokołu korygowania wartości

energetycznej diety oraz wielkości aktywności fizycznej został opisany na schemacie 2. Współczynnik PAL oscylował u osób badanych między 1,2 a 2.



Rycina 1. Protokół korygowania wartości energetycznej diety w czasie trwania całej interwencji żywieniowej.

W interwencji II wartość energetyczna diety została pomniejszona o 10%, 20% lub 25% względem całkowitego zapotrzebowania energetycznego organizmu, które zostało ustalone na podstawie podstawowej przemiany materii oszacowanej za pomocą wzoru Harrisa i Benedicta z uwzględnieniem wskaźnika aktywności fizycznej (PAL) wedle rekomendacji Instytutu Żywności i Żywienia (Jarosz 2012; Jarosz 2017) oraz poziomu aktywności fizycznej oszacowanego na podstawie kwestionariusza opublikowanego przez Johansson'a i Westerterp'a (2008). W toku interwencji żywieniowej nominalna wartość energetyczna diety była zmniejszana co 6 tygodni, wraz z postępującym zmniejszaniem się masy ciała badanych. Co 6 tygodni u badanych obliczano ponownie podstawową przemianę materii, określano poziom aktywności fizycznej i wyliczano na tej podstawie całkowite zapotrzebowanie energetyczne, które następnie zmniejszono o wcześniej założony deficyt

energetyczny u danej osoby. Protokół ten został wdrożony z uwagi na zmniejszanie się PPM u osób badanych w wyniku zmniejszania masy ciała.

4.2.6. Charakterystyka stosowanej diety

W obydwu interwencjach udział węglowodanów w diecie został ustalony na 50-55% wartości energetycznej diety, w tym cukry dodane do 10%. Udział energii z tłuszczów stanowił 25-35% wartości energetycznej diety a podaż białka została ustalona na 1,6g na kg masy ciała (Roseland i wsp. 2001). Podaż witamin oraz składników mineralnych została zrealizowana na podstawie norm dla populacji Polskiej (Jarosz 2012; Jarosz 2017). Uczestnicy badania otrzymywali 7 dniowy jadłospis dostosowany indywidualnie do preferencji smakowych, który w miarę upływu czasu był modyfikowany, przy utrzymaniu założeń diety, aby zminimalizować chęć rezygnacji z badania przez uczestnika. Dieta została zbilansowana na podstawie programu mającego bazę produktów i potraw Instytutu Żywności i Żywienia (Jarosz 2012; Jarosz 2017) oraz Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (USDA 2024). Wszyscy badani suplementowali w okresie diety 2000 IU witaminy D. W tabeli 4 przedstawiono charakterystykę diety badanych osób.

Tabela 4. Generalna charakterystyka diety.

Parametr	Wartość
Wartość energetyczna diety [%]	Interwencja I: 85% CPM Interwencja II: 75%/80%/90% CPM
Białko [g/kg masy ciała]	1,6
Tłuszcze ogółem [%]	25-35% wartości energetycznej diety
Węglowodany [%]	50-55% wartości energetycznej diety
Błonnik [g]	30-40
Nasycone kwasy tłuszczowe [%]	<5% wartości energetycznej diety
Jednonienasycone kwasy tłuszczowe [%]	14-26% wartości energetycznej diety
Wielonienasycone kwasy tłuszczowe [%]	4-6% wartości energetycznej diety

CPM – Całkowita przemiana materii

4.2.7. Kontrola uczestników w trakcie badania

W trakcie interwencji pacjenci korzystali z aplikacji “Respo” w której notowali spożyte posiłki z diety oraz swoje ewentualne odstępstwa pod postacią spożytych posiłków poza dietą. Sami badani byli też zachęcani do stałej komunikacji na czacie w aplikacji w razie jakichkolwiek pytań czy niejasności, co miało na celu zminimalizowanie odstępstw od protokołu do minimum. Oprócz kontroli ilości spożytej żywności (wartości energetycznej diety) kontroli podlegało również ilość spożytych płynów oraz liczba wykonanych kroków. Parametry te były notowane w aplikacji przez pacjentów. Pacjenci byli zachęcani do spożywania głównie wody, kawy bez dodatków, herbaty czy innych naparów ziołowych.

Napoje zawierające dodatek cukru lub innych dodatków również były odnotowywane w dzienniku żywieniowym pacjentów, aby monitorować ilość dostarczanych kalorii przez cały okres badania.

4.2.8. Analiza statystyczna wyników

Opracowanie statystyczne wyników zostało przeprowadzono stosując pakiet STATISTICA 13.3 PL (TIBCO Software Inc. (2017), Statistica (data analysis software system), version 13.(<http://statistica.io>)). Wyliczono podstawowe statystyki opisowe dla danych o charakterze ilościowym oraz z wykorzystaniem tabel wielodzielczych (kontyngencji) wyznaczono rozkłady cech jakościowych. Istotność różnic w rozkładach cech jakościowych badano stosując w połączeniu z tabelami wielodzielczymi test χ^2 . Ze względu na odrzucenie dla większości analizowanych zmiennych przez test W Shapiro-Wilka hipotezy o normalności rozkładów oraz wyrażenie znacznej części zmiennych w skalach porządkowych w badaniu zastosowano testy nieparametryczne - test U Manna-Whitneya (z poprawką na ciągłość), test kolejności par Wilcoxona oraz ANOVA - Kruskala-Wallisa lub Friedmana z testami post hoc stosując je odpowiednio. Dla całego badania statystycznego przyjęto jako graniczny dla odrzucenia hipotezy zerowej poziom $p \leq 0.05$.

5. Omówienie wyników prac badawczych i dyskusja nad nimi

5.1. Publikacja II: Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study

Publikacja 2: Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study. *Nutrients*. 2022, 14, 3281.

(Syntetyczne omówienie publikacji).

Celem badania była ocena wpływu 15% deficytu energetycznego na tempo redukcji masy ciała na przestrzeni 12 miesięcy oraz ocena wpływu początkowej wartości BMI na tempo tej redukcji w tym samym okresie. Dodatkowym celem było sprawdzenie czy tempo redukcji masy ciała jest stałe w kolejnych miesiącach trwania badania. W tym celu skupiono się na wyrażeniu redukcji masy ciała w kilogramach, czyli wartościach bezwzględnych oraz w procencie początkowej masy ciała, czyli w wartościach względnych.

5.1.1. Charakterystyka wszystkich uczestników badania ogółem na początku badania

Bezpośrednio przed rozpoczęciem interwencji żywieniowej średnie BMI osób biorących udział w programie żywieniowym wynosiło $31,83 \pm 4,77$ kg/m². Średni wiek wynosił $33,42 \pm 7,20$ z kolei wysokość ciała $1,73 \pm 0,09$ metra. Aktywność fizyczna wyrażona współczynnikiem PAL była na umiarkowanym poziomie i wynosiła $1,49 \pm 0,15$. Szczegółową charakterystykę ogółu osób biorących udział w obserwacji bez podziału na grupy BMI przedstawia tabela 5.

Tabela 5. Charakterystyka osób na początku interwencji bez podziału na grupy w interwencji I.

Średnia	Cała grupa n=400, Kobiety=210, Mężczyźni=190	
	Średnia $\pm$ SD	Mediana (min-max)
Wiek [lata]	33,42 $\pm$ 7,20	32 (19-55)
Wzrost [cm]	1,73 $\pm$ 0,09	1,73 (1,50-2,02)
Masa ciała [kg]	95,99 $\pm$ 17,01	95 (63-156,8)
BMI [kg/m ²]	31,83 $\pm$ 4,77	30,9 (25,1-51,7)
PPM [kcal]	1950,1 $\pm$ 342	1911 (1323-3108)
PAL	1,49 $\pm$ 0,15	1,5 (1,2-2,0)
CPM [kcal]	2883,9 $\pm$ 454,1	2837 (1984-4603)

BMI – body mass index., PPM - podstawowa przemiana materii, PAL – współczynnik aktywności fizycznej, CPM – całkowita przemiana materii.

Liczba osób w grupach po podziale ze względu na kategorie BMI wyniosła kolejno: 161 osób w grupie z nadwagą, 135 osób w grupie z otyłością I stopnia oraz 104 osób w grupie z otyłością II i III stopnia. Wszystkie grupy BMI zawierały różną liczbę kobiet i mężczyzn, jednak różnica ta nie była istotna statycznie ($p=0,71$) (tabela 1). Osoby z nadwagą były istotnie młodsze ($31,9 \pm 3,01$ lat) od osób z grup z otyłością (otyłość I stopnia - $34,2 \pm 7,2$ lat i otyłość II i III stopnia $34,7 \pm 7,7$ lat). Wszystkie grupy charakteryzowały się podobną wysokością ciała, ilością wykonywanych treningów w tygodniu, czasem jednej jednostki treningowej i czasem spędzonym na treningu w ciągu tygodnia. Średnie BMI w grupie z nadwagą wyniosło $27,6 \pm 1,28$ kg/m² w grupie z otyłością I stopnia $31,8 \pm 1,1$ kg/m² a grupie z otyłością II i III stopnia $38,4 \pm 3,5$ kg/m². Osoby z nadwagą wykazywały istotnie większą ($p=0,0001$) aktywność fizyczną sprowadzoną do współczynnika PAL, który wyniósł w tej grupie $1,57 \pm 0,11$. Z kolei osoby z obydwu grupy z otyłością wykazywały mniejszą aktywność fizyczną - PAL w grupie otyłość I stopnia wynosił $1,46 \pm 0,13$ i w grupie otyłość II i III stopnia wynosił $1,39 \pm 0,12$ (tabela 1).

5.1.2. Charakterystyka uczestników badania w poszczególnych zakresach BMI w trakcie oraz po zakończonej interwencji dietetycznej z uwzględnieniem tempa redukcji masy ciała

W ciągu 12 miesięcznej interwencji żywieniowej osoby z nadwagą zredukowały średnią masę ciała z $83,9 \pm 10,6$ kg do $70,1 \pm 10,2$ kg co wiązało się ze względnym zmniejszeniem masy ciała na poziomie 16,6 %. W kolejnych miesiącach obserwacji (z miesiąca na miesiąc) redukcja masy ciała jaką odnotowano w badanej grupie była istotna statystycznie ($p=0,0001$) i wynosiła między 2,1 % a 1,1 % w każdym miesiącu co w miarach bezwzględnych wynosiło między 1,7 kg a 0,6 kg. W grupie osób z otyłością I stopnia zaobserwowano zredukowanie masy ciała ze średnio $96,1 \pm 11,1$ kg do $81,1 \pm 12,4$ kg co wiązało się ze względnym zmniejszeniem masy ciała na poziomie 15,7 %. Z miesiąca na miesiąc również zmniejszenie masy ciała jaki odnotowano w tej podgrupie było istotne

statystycznie ($p=0,0001$) i wynosiło między 1,9 % a 0,5 % w każdym miesiącu co w miarach bezwzględnych wynosiło między 2,2 kg a 0,4 kg. W grupie z otyłością II i III stopnia odnotowano zmniejszenie średniej masy ciała z $114,5 \pm 14,6$ kg do $96,8 \pm 14,6$ kg co wiązało się ze względnym zmniejszeniem masy ciała na poziomie 15,4%. Z miesiąca na miesiąc zmniejszenie masy ciała jak i odnotowano w grupie było istotne statystycznie ($p=0,0001$) i wynosiło między 2,3 % a 0,9 % w każdym miesiącu co w wartościach bezwzględnych wynosiło między 3,0 kg a 0,8 kg. Różnice w tempie redukcji masy ciała w poszczególnych miesiącach zanotowano w miesiącu 2,6,8,9,10,11 i 12 – dokładne różnice między grupami przedstawiono w tabeli 6. Podsumowując efekty stosowania 12 miesięcznego programu redukcji nadmiernej masy ciała we wszystkich 3 grupach odnotowano istotne zmniejszenie masy ciała. W wartościach bezwzględnych (kilogramy) największą redukcję masy ciała stwierdzono w grupie z otyłością II i III stopnia, średnia wartość zredukowanej masy ciała wyniosła 17,7 kg w porównaniu do grupy z nadwagą 13,8 kg oraz grupy z otyłością I stopnia 15,0 kg ($p=0,001$). Jednak w wartościach względnych tj. jako odsetek redukcji początkowej masy ciała największe zmniejszenie masy ciała ($p=0,007$) odnotowano w grupie z nadwagą, bo 16,6 %. W grupie otyłością I stopnia wynosił on 15,7 % a grupa z otyłością II i III stopnia 15,4 % (wartości te nie różniły się istotnie między sobą). Szczegółową charakterystykę zmian w masie ciała we wszystkich 3 grupach BMI przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Zmiany masy ciała w grupach BMI na przestrzeni 12 miesięcy.

Masa ciała	Nadwaga (n=161)					Otyłość 1 stopnia I (n=135)					Otyłość >1 stopnia I (n=104)					
	Średnia ± SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	Średnia ± SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p**	Średnia ± SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	p**
Start	83,9 ± 10,6	82 (63-118)	-	-	-	96,1 ± 11,1	97 (69-121,9)	-	-	-	114,5 ± 14,6	115 (90,9-156,8)	-	-	-	-
W 1 miesiącu	82,2 ± 10,3	81 (62-112,5)	-2,1	-1,7	0,00 01	94,3 ± 10,9	95 (68-119)	-1,9	-1,8	0,00 01	111,9 ± 14,3	112 (89-151,8)	-2,3	-3	0,00 01	0,54
W 2 miesiącu	80,9 ± 10,2	79,4 (60,6-107,9)	-1,6 ^a	-1,3		92,8 ± 10,9	93 (67-117)	-1,6 ^a	-1,5		109,8 ± 14,1	109 (87-148,2)	-1,9 ^b	-2,1		0,02
W 3 miesiącu	79,6 ± 10	78,1 (59,3-104)	-1,6	-1,3		91,6 ± 10,9	91,7 (66-116)	-1,3	-1,2		108 ± 14	107,2 (84,7-146)	-1,6	-1,8		0,06
W 4 miesiącu	78,3 ± 10	77,1 (57,5-103,2)	-1,6	-1,3		90,4 ± 10,9	90,2 (65-114,8)	-1,4	-1,2		106,2 ± 14,1	105,3 (80,2-144,4)	-1,7	-1,8		0,41
W 5 miesiącu	77,1 ± 10,04	76 (56,2-102,6)	-1,6	-1,2		88,6 ± 11,5	89,3 (64-114)	-0,9	-0,8		104,2 ± 14,2	104,1 (80,1-142,1)	-1,9	-2		0,17
W 6 miesiącu	75,9 ± 10,1	75 (54-101,9)	-1,7 ^a	-1,4		88,2 ± 11,6	88,1 (63-113)	-0,5 ^b	-0,4		102,9 ± 14,2	101,3 (75-138,1)	-1,2 ^a	-1,3		0,02
W 7 miesiącu	74,7 ± 10,2	74 (52,3-101)	-1,5	-1,2		87,1 ± 11,7	87 (62-112,1)	-1,2	-1,1		101,5 ± 14,4	99,9 (72,1-137)	-1,3	-1,4		0,06
W 8 miesiącu	73,6 ± 10,1	73 (51,8-100,2)	-1,5 ^a	-1,1		85,9 ± 11,7	86 (59,2-111)	-1,5 ^a	-1,2		100,4 ± 14,3	99,1 (72-136)	-1,1 ^b	-1,1		0,00 2
W 9 miesiącu	72,6 ± 10,2	72 (51-99,2)	-1,4 ^a	-1		84,9 ± 11,8	85 (57-109,8)	-1,2 ^a	-1		99,4 ± 14,3	98,1 (71,1-135)	-1 ^b	-1		0,00 01
W 10 miesiącu	71,6 ± 10,2	70,8 (50,2-98,1)	-1,4 ^a	-1		82,7 ± 12,2	84,2 (54,2-109)	-2,6 ^b	-2,2		98,5 ± 14,5	97,6 (70,5-136)	-0,9 ^c	-0,9		0,00 01
W 11 miesiącu	70,7 ± 10,3	69 (50-97)	-1,5 ^a	-0,9		82,2 ± 12,3	84 (51,1-107)	-0,6 ^b	-0,5		97,6 ± 14,6	97 (70-137)	-0,9 ^b	-0,9		0,00 01
W 12 miesiącu	70,1 ± 10,4	68,7 (49,8-95)	-1,1 ^a	-0,6		81,1 ± 12,4	82,5 (50,1-108)	-1,3 ^a	-1,1		96,8 ± 14,6	96,1 (69,2-134,5)	-0,9 ^b	-0,8		0,00 2
Po 12 miesiącach	70,1 ± 10,4	68,7 (49,8-95)	-16,6 ^a	-13,8		81,1 ± 12,4	82,5 (50,1-108)	-15,7 ^b	-15		96,8 ± 14,6	96,1 (69,2-134,5)	-15,4 ^b	-17,7		0,00 07

*Test rang Friedmana - zmiany masy ciała na przestrzeni każdego miesiąca

***a, b, c Test Kruskala Wallisa – różnice między grupami

Zmniejszenie wartości BMI we wszystkich 3 grupach na przestrzeni każdego miesiąca trwania programu redukcji masy ciała było istotne statystycznie ($p=0,0001$). Po 12 miesiącach w grupie z nadwagą odnotowano zmniejszenie współczynnika BMI ze średnio $27,6 \pm 1,28 \text{ kg/m}^2$ do $23 \pm 0,9 \text{ kg/m}^2$, w grupie z otyłością I stopnia ze średnio $31,8 \pm 1,1 \text{ kg/m}^2$ do $26,8 \pm 0,8 \text{ kg/m}^2$ z kolei w grupie z otyłością II i III stopnia ze średnio $38,4 \pm 3,5 \text{ kg/m}^2$ do $32,5 \pm 2,9 \text{ kg/m}^2$.

Chcąc ocenić skuteczność redukcji masy ciała w poszczególnych grupach BMI przyjęto arbitralnie 6 sposobów mogących zakwalifikować dane osoby jako te, które osiągnęły zamierzony efekt redukcji masy ciała. Pierwszym sposobem było określenie, ile osób z poszczególnych grup BMI zmniejszyło swoją masę ciała do prawidłowego BMI tj. poniżej 25 kg/m^2 . W grupie osób z nadwagą końcowe prawidłowe BMI osiągnęło 86,3 % osób, w grupie z otyłością I stopnia 11,9 % a w grupie z otyłością II i III stopnia 0,9 % osób. Drugim sposobem na określenie sukcesu interwencji było zmniejszenie początkowego BMI o 1 stopień bazowy. W grupie z nadwagą efekt ten uzyskało 86,3 % osób, w grupie z otyłością I stopnia 99,2 % osób a w grupie z otyłością II i III stopnia 78,8 % osób. Pozostałymi 4 sposobami określającymi sukces w redukcji masy ciała było zredukowanie jej o 5%, 10%, 15% i 20% w stosunku do swojej pierwotnej masy ciała. Dokładnej wartości przedstawia tabela 7.

Tabela 7. Skuteczność 12 miesięcznego programu redukcji masy ciała wyrażona w zmianach wartości BMI

Zmienna	Osoby z nadwagą (n=161)	Osoby z otyłością I stopnia (n=135)	Osoby z otyłością >1 stopnia (n=104)
Liczba osób z BMI <25 na początku interwencji	0		
% osób z BMI <25 na początku interwencji	0%		
Liczba osób z BMI <25 po 12 miesiącach	139	16	1
% osób z BMI <25 po 12 miesiącach	86,3%	11,9%	0,9%
Liczba osób, które zmniejszyły BMI o 1 stopień bazowy	139	134	82
% osób, które zmniejszyły BMI o 1 stopień bazowy	86,3%	99,2%	78,8%
% osób, które zmniejszyły BMI o przynajmniej 5%	100%		
% osób, które zmniejszyły BMI o przynajmniej 10%	100%	97,7%	89,4%
% osób, które zmniejszyły BMI o przynajmniej 15%	60,8%	46,1%	44,2%
% osób, które zmniejszyły BMI o przynajmniej 20%	21,2%	18,2%	16,3%

5.1.3. Dyskusja

Analizując wyniki warto odnotować, że osoby z nadwagą były istotnie młodsze od osób z pozostałych grup co teoretycznie mogło wpłynąć na uzyskane efekty i mogło być czynnikiem różnicującym wyniki w redukcji masy ciała. Dlatego dodatkowo wykonano analizę redukcji masy ciała względem wieku i wykazała ona brak istotnych różnic ($p=0,14$) w zmniejszeniu masy ciała z uwagi na wiek obserwowanych osób. Warto podkreślić, że w porównaniu do osób z otyłością grupa z nadwagą charakteryzowała się również wyższym współczynnikiem aktywności fizycznej w czasie wolnym (PAL na poziomie $1,57 \pm 0,11$ vs $1,46 \pm 0,13$ i $1,39 \pm 0,12$) a to mogło wpłynąć na ostateczny wynik w zmniejszeniu masy ciała. Abstrahując od aktywności w czasie wolnym wszystkie grupy były zrandomizowane pod kątem ilości treningów w tygodniu, czasu tych treningów, a co za tym idzie na przestrzeni poszczególnych tygodni, wszystkie osoby poświęcały podobną ilość czasu na aktywność treningową. Mocną stroną badania jest również randomizacja w 3 grupach pod kątem płci. Według analizy literatury tematu istnieje bardzo mało publikacji zajmujących się tematem wpływu BMI na tempo redukcji masy ciała a dostępne publikację omawiane poniżej opisują interwencję, w których większość grupy badanej stanowiły kobiety. W podobnym badaniu Acharya i współpracownicy (2009) odsetek mężczyzn wyniosła 14%, a w badaniu Heshka i współpracownicy (2003) mężczyźni stanowili 18 % grupy.

Co warto podkreślić to w badaniu własnym wszystkie grupy z miesiąca na miesiąc zmniejszały masę ciała w sposób istotny. Nie zanotowano zahamowania redukcji masy ciała w żadnym okresie interwencji co może świadczyć o odpowiednim dopasowaniu diety jak i planu treningowego do potrzeb badanych oraz o ich wysokiej motywacji do udziału w programie przez cały czas jego trwania. Tempo redukcji masy ciała należy uznać za duże w porównaniu do innych podobnych badań analizujących ten aspekt. W badaniu interwencyjnym opierającym się na zmianie stylu życia badanych na przestrzeni 12 miesięcy zanotowano zmniejszenie masy ciała rzędu 2,3% dla mężczyzn oraz 1,6% dla kobiet (ter Bogt i wsp. 2009). W badaniu Sacks i współpracowników (2009) redukcja masy ciała po 12 miesiącach wyniosła 7% początkowej masy ciała. Uczestnicy podobnie jak w badaniu własnym byli poddani interwencji żywieniowej połączonej z aktywnością fizyczną na poziomie 90 minut tygodniowo. Porównywalne wyniki uzyskali również Reseland i współpracownicy (2001). W tej 12 miesięcznej interwencji polegającej na wprowadzeniu diety z deficytem energetycznym oraz programu ćwiczeń, osoby badane zredukowały swoją masę ciała o średnio 6,8%. W badaniu własnym wykazano, że niezależnie od początkowego BMI obserwowane osoby osiągnęły duży sukces w redukcji początkowej masy ciała, jednak u osób z nadwagą efekt ten był wyraźniejszy. Te wyniki stoją w opozycji do wyników prezentowanych w przeglądach literatury na temat znaczenia BMI jest czynnikiem różnicującym tempo redukcji masy ciała w wyniku interwencji zmieniającej styl życia. Systematyczny przegląd literatury z 2014 roku zawierający analizę 13 badań interwencyjnych wskazuje na brak różnic procentowych w zmniejszeniu masy ciała w grupach o różnym BMI (Barte i wsp. 2014). Podobne wnioski uzyskali autorzy wcześniejszego przeglądu w tym temacie z 2005 (Teixeira i wsp. 2005). Jednak warto podkreślić, że analizowane w tych systematycznych przeglądach badania nie były spójne pod kątem metodologicznym, a poszczególne interwencje różniły się między sobą. Część opierała się tylko

na zmianie diety, część na zaleceniach dietetycznych a jeszcze inna część bazowała na zmianie diety jak i zwiększeniu poziomu aktywności fizycznej.

W badaniu własnym starano się określić jaki odsetek obserwowanych osób osiągnął sukces w wyniku interwencji. Skupiono się na trzech aspektach związanych ze zmniejszeniem masy ciała. Pierwszy, najbardziej rygorystyczny, to sprowadzenie masy ciała to prawidłowych wartości wyrażonych w postaci BMI. W badaniu własnym w grupie z nadwagą osiągnięto ten cel u większości uczestników badania, bo aż u 86,3%. Zdecydowanie mniej osób z otyłością I, II i III stopnia zredukowała swoją masę ciała tak by uzyskać wartość wskaźnika BMI poniżej 25.0. Drugim ustalonym wyznacznikiem określającym sukces w odchudzaniu może być zredukowanie wartości BMI o 1 stopień bazowy. Biorąc pod uwagę ten czynnik zdecydowanie większość osób w każdej grupie BMI osiągnęła ten cel. Ostatnią propozycją na ocenę skuteczności zmniejszenia masy ciała było określenie liczby osób, którym udało się ją zredukować o 5%, 10%, 15% lub 20% co w rosnącej skali pokazuje na jaką redukcję masy ciała osoby z poszczególnej klasy BMI mogą liczyć. I tu, według przeprowadzonej obserwacji, również poszczególne osoby w grupie z nadwagą zredukowały swoją masę ciała w największym stopniu. Na koniec warto też podkreślić, że wraz z redukcją masy ciała zmniejszeniu ulega podstawowe i całkowite zapotrzebowanie na energię (Kouda i wsp. 2006; Wadden i wsp. 1990). W związku z tym po udanej interwencji ukierunkowanej na redukcję masy ciała niezbędna jest dalsza edukacja żywieniowa pacjentów, która nauczy ich jak odżywiać się chcąc utrzymać mniejszą masę ciała.

Podsumowując, stosując taką samą zmianę stylu życia w grupach o różnym wyjściowym BMI można liczyć na różne wyniki interwencji w określonych klasach BMI. Prawdopodobnie największe efekty redukcji nadmiernej masy ciała osiągną osoby z nadwagą choć tę hipotezę należałoby jeszcze potwierdzić w innych badaniach naukowych. W niniejszym badaniu osoby z nadwagą charakteryzowały się nieco większą aktywnością fizyczną niezwiązaną z treningami i to mogło zaważyć na wynikach końcowych. Niezwykle mocną stroną badania był fakt braku różnic ilości osób o określonej płci w poszczególnych grupach BMI. Bardzo ważnym wynikiem obserwacji jest fakt, że zmniejszenie masy ciała we wszystkich grupach było wręcz liniowe a wszystkie osoby biorące udział w obserwacji osiągnęły sukces w redukcji masy ciała. Hipotetycznymi czynnikami, które na to wpłynęły była odpowiednio dobrana interwencja żywieniowa i treningowa, wsparcie pacjentów przez cały okres badania oraz odpowiedni poziom motywacji w grupie pacjentów.

5.2. Publikacja III: Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study

Publikacja 3: Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, 19, 12009. (Syntetyczne omówienie publikacji).

Celem badania była ocena wpływu wieku i płci badanych na tempo zmniejszenia masy ciała przy zastosowaniu diety z 15% deficytem energetycznym przez okres 12 miesięcy. W tym celu

skupiono się na wyrażeniu zmniejszenia masy ciała w kilogramach, czyli wartościach bezwzględnych oraz w procencie wyjściowej masy ciała, czyli w wartościach względnych.

5.2.1. Charakterystyka uczestników badania w poszczególnych zakresach wieku na początku badania

Charakterystyka uczestników badania ogółem została przedstawiona w rozdziale 5.1.1, a z uwagi na płeć badanych w rozdziale 4.1.

Liczba badanych w wieku 18-29 lat wyniosła 136 osób, w wieku 30-39 lat 156 osób a w wieku 40-55 lat 108 osób. We wszystkich 3 grupach nie odnotowano istotnych różnic w udziale kobiet i mężczyzn ($p=0,33$). Grupy nie różniły się pod względem wartości BMI, podstawowej przemiany materii, całkowitej przemiany materii oraz czasu treningów zarówno pod względem czasu jednej jednostki treningowej jak i czasu przeznaczanego na trening na przestrzeni tygodnia. Czynniki różnicującymi te grupy poza wiekiem, były bezwzględna masa ciała, współczynnik aktywności fizycznej oraz ilość treningów w tygodniu. Charakterystyka wszystkich obserwowanych osób na początku interwencji z podziałem na 3 grupy wiekowe przedstawiona została w tabeli 8.

Tabela 8. Charakterystyka osób badanych na początku interwencji I w podziale na grupy wiekowe

Średnia	Osoby w wieku 18-29 (n=136) Kobiety=77* Mężczyźni=59*		Osoby w wieku 30-39 (n=156) Kobiety=75* Mężczyźni=81*		Osoby w wieku 40-55 (n=108) Kobiety=58* Mężczyźni=50*		P* 0,33
	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	P**
Wzrost [m]	1,71 ± 0,09	1,72 (1,50-1,97)	1,74 ± 0,09	1,74 (1,5-2,02)	1,74 ± 0,08	1,74 (1,52-1,96)	0,21
Masa ciała [kg]	92,9 ± 15,6 ^a	90,6 (65-133)	97,09 ± 17,9 ^b	95 (63-156,8)	98,34 ± 16,9 ^b	97,9 (67-142,6)	0,03
BMI [kg/m ²]	31,17 ± 4,62	30,1 (25,1-51,76)	31,8 ± 4,84	30,86 (25,1-49,1)	32,7 ± 4,77	32,1 (25,2-51,4)	0,06
PPM [kcal]	1896 ± 313	1835 (1365-2793)	1979 ± 358	1953 (1323-3108)	1975 ± 351	1928 (1407-2994)	0,12
PAL	1,51 ± 0,14 ^a	1,5 (1,3-2,0)	1,47 ± 0,13 ^b	1,4 (1,2-1,9)	1,47 ± 0,14 ^b	1,4 (1,2-2,0)	0,02
CPM [kcal]	2859 ± 437	2793 (2029-4199)	2906 ± 481	2891 (1984-4603)	2882 ± 435	2832 (2133-4040)	0,64
Liczba treningów w tygodniu	3,29 ± 0,86 ^a	3 (1-6)	3,29 ± 0,86 ^a	3 (1-7)	3,03 ± 0,8 ^b	3 (1-4)	0,01
Czas treningu [min]	56,9 ± 17,7	60 (30-120)	57,1 ± 20,5	60 (45-120)	56,1 ± 14,4	60 (30-90)	0,97
Czas treningów w tygodniu [min]	189,4 ± 85	180 (45-400)	187,3 ± 83,4	180 (90-480)	169,9 ± 62,4	180 (60-360)	0,21

*Test Pearsona - różnice między płcią

**Test Kruskala Wallisa analiza rang

a, b, c Test Kruskala Wallisa Test - różnice między grupami

5.2.2. Charakterystyka uczestników badania o danej płci i w poszczególnych zakresach wieku w trakcie oraz po zakończonej interwencji dietetycznej z uwzględnieniem tempa zmniejszenia masy ciała

Po 12 miesiącach interwencji w obydwu grupach płci bezwzględne zmniejszenie masy ciała z miesiąca na miesiąc było istotne statystycznie ($p=0,0001$) i wynosił dla mężczyzn między 0,7 kg a 2,2 kg co przekładało się na względne zmniejszenie masy ciała między 0,9 % a 2,2 % w każdym miesiącu. Z kolei kobiety zmniejszały swoją masę ciała między o 0,7-1,8 kg miesięcznie co w wartościach względnych oznacza jej zmniejszenie o 0,9 -2,0 % w każdym kolejnym miesiącu. W ciągu 12 miesięcy trwania programu mężczyźni zmniejszyli masę ciała łącznie o 15,2 kg co przekładało się na względną redukcję masy ciała o 14,7 %. Z kolei kobiety schudły o 15,4 kg a z uwagi na ich mniejszą początkową masę ciała przełożyło się to na względne zmniejszenie masy ciała o 17,4%. Kobiety zredukowały swoją masę ciała na przestrzeni 12 miesięcy w większym stopniu tj. o 2,7 punktu procentowego więcej (przy istotności $p=0.00001$) niż mężczyźni. Co ciekawe w pierwszych 3 miesiącach mężczyźni chudli w podobnym tempem co kobiety, jednak od 4 do 11 miesiąca zmniejszenie masy ciała w ich grupie był już mniejszy niż w grupie kobiet. Zmiany masy ciała w grupach płci na przestrzeni 12 miesięcy przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Zmiany masy ciała w grupach płci przez 12 miesięcy w interwencji I.

Okres	Mężczyźni (n=190)					Kobiety (n=210)					p**
	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	
Start	103,6 ± 16,02	103 (64,8-156,8)	-	-	-	89,1 ± 14,8	87 (63-142)	-	-	-	-
W 1 miesiącu	101,4 ± 15,47	101 (62,2-151,8)	-2,2	-2,2	0,0001	87,3 ± 14,6	84,7 (62-140)	-2,0	-1,8	0,0001	0,49
W 2 miesiącu	99,7 ± 15,1	99,2 (60,6-148,2)	-1,6	-1,7		85,8 ± 14,4	82,1 (61-138)	-1,7	-1,5		0,06
W 3 miesiącu	98,1 ± 15,1	98 (59,3-145,1)	-1,6	-1,6		84,4 ± 14,1	81 (60,2-136)	-1,7	-1,4		0,06
W 4 miesiącu	96,8 ± 14,8	97 (57,5-143,2)	-1,3	-1,3		82,9 ± 14,1	80,5 (58,2-134)	-1,7	-1,5		0,00001
W 5 miesiącu	95,4 ± 14,7	94,4 (56,2-142,1)	-1,4	-1,4		81,5 ± 13,9	79 (57-132)	-1,7	-1,4		0,00001
W 6 miesiącu	94 ± 14,5	92,1 (54-140,1)	-1,4	-1,4		80,1 ± 13,6	78 (55-130)	-1,8	-1,4		0,00001
W 7 miesiącu	92,8 ± 14,2	91,1 (52,3-139,1)	-1,3	-1,2		78,8 ± 14,0	76 (54-129,3)	-1,7	-1,3		0,00001
W 8 miesiącu	91,7 ± 14,1	90,1 (51,8-136)	-1,3	-1,1		77,6 ± 14,0	74 (54,1-128,5)	-1,5	-1,2		0,00001
W 9 miesiącu	90,9 ± 13,9	89,4 (51-134,2)	-1,0	-0,8		76,5 ± 14,1	73 (53,7-128)	-1,5	-1,1		0,00001
W 10 miesiącu	90,0 ± 13,2	88,5 (50,2-136)	-1,0	-0,9		75,4 ± 14,3	72 (53-127)	-1,5	-1,1		0,00001
W 11 miesiącu	89,2 ± 13,3	88 (50-134,2)	-0,9	-0,7		74,4 ± 14,4	70,9 (51,1-126)	-1,4	-1,0		0,00001
W 12 miesiącu	88,4 ± 13,1	87 (50-133,1)	-1,0	-0,8		73,7 ± 14,4	69,8 (50-124,5)	-0,9	-0,7		0,51
Po 12 miesiącach	88,4 ± 13,1	68,7 (49,8-95)	-14,7	-15,2		73,7 ± 14,4	69,8 (50-124,5)	-17,4	-15,4		0,00001

*Test rang Friedmana - Zmiany masy ciała pomiędzy miesiącami

**Test U Manna Whitneya - Różnice między grupami

Względna redukcja masy ciała na przestrzeni 12 miesięcy była podobna ($p=0,14$) w grupach wiekowych i wynosiła ok. 16%. Innymi słowy wiek nie wpływał na efektywność redukcji masy ciała u osób uczestniczących w programie on-line. Podobnie jak w grupach płci zmniejszenie masy ciała następowało w każdym miesiącu interwencji i był istotny względem poprzedniego miesiąca ($p=0,0001$). Zmiany masy ciała w 3 grupach wiekowych na przestrzeni 12 miesięcy przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10. Zmiany masy ciała w 3 grupach wiekowych na przestrzeni 12 miesięcy w interwencji I.

Masa ciała	Osoby w wieku 18-29 (n=136)					Osoby w wieku 30-39 (n=156)					Osoby w wieku 40-55 (n=108)					p**
	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmi- ana [%]	Zmiana [kg]	p*	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	
Start	92,9 ± 15,6	90,6 (65-133)	-	-	-	97,1 ± 17,9	95 (63-156,8)	-	-	-	98,3 ± 16,9	97,9 (67- 142,6)	-	-	-	-
W 1 miesiącu	91 ± 15,2	89 (64-130)	-2,0	-1,9	0,0 001	95,1 ± 17,4	92,6 (62-151,8)	-2,0	-2,0	0,00 01	96,3 ± 16,6	95,6 (64,2-140)	-2,1	-2	0,0 001	0,9 3
W 2 miesiącu	89,4 ± 14,9	77,8 (63-127)	-1,7	-1,6		93,4 ± 17,1	91 (60,2-150)	-1,7	-1,7		94,8 ± 16,4	93,5 (62,1-139)	-1,6	-1,5		0,9
W 3 miesiącu	88 ± 14,7	86 (62,1-126)	-1,5	-1,4		91,9 ± 17,0	90,1 (59,3-146)	-1,6	-1,5		93,3 ± 16,1	92,7 (60,2-138)	-1,6	-1,5		0,9 8
W 4 miesiącu	86,5 ± 14,7	85 (61,7-125)	-1,6	-1,5		90,5 ± 16,9	89,1 (57,5-144)	-1,6	-1,4		91,6 ± 16,1	91 (58,3-137)	-1,8	-1,7		0,4 1
W 5 miesiącu	85,3 ± 14,5	84 (60-125)	-1,5	-1,2		89,2 ± 16,8	88 (56,2-142)	-1,5	-1,3		90,2 ± 16,1	89,5 (57-136)	-1,6	-1,4		0,4 2
W 6 miesiącu	83,9 ± 14,4	82 (59-124)	-1,7	-1,4		87,8 ± 16,7	87 (54-141,1)	-1,6	-1,4		88,9 ± 16,1	89 (57-135)	-1,5	-1,3		0,1 1
W 7 miesiącu	82,7 ± 14,4	81 (58-123)	-1,5	-1,2		86,5 ± 16,6	86 (52,3-137)	-1,5	-1,3		87,6 ± 16,1	88 (56-133,6)	-1,5	-1,3		0,4 7
W 8 miesiącu	81,5 ± 14,4	79,8 (57-123)	-1,5	-1,2		85,3 ± 16,5	85 (51,8-136)	-1,4	-1,2		86,6 ± 16,0	86,1 (54,1-132)	-1,3	-1,0		0,2
W 9 miesiącu	80,5 ± 14,3	78,5 (56-122,7)	-1,2	-1		84,2 ± 16,5	84 (51-135)	-1,4	-1,1		85,6 ± 16,0	85,1 (54-131)	-1,3	-1,0		0,0 6
W 10 miesiącu	79,5 ± 14,2	77,2 (55-122)	-1,4	-1		83,2 ± 16,5	82,5 (50,2-136)	-1,2	-1,0		84,6 ± 15,9	84 (53-130,2)	-1,3	-1,0		0,3 5
W 11 miesiącu	78,6 ± 14,2	77 (54,1-121)	-1,3	-0,9		82,3 ± 16,5	82 (50-137)	-1,1	-0,9		83,8 ± 16,4	83,4 (51,1-130)	-1,0	-0,8		0,0 7
W 12 miesiącu	77,8 ± 14,1	76,4 (53-120,8)	-1,0	-0,8		81,7 ± 16,4	81 (49,8-134)	-0,7	-0,6		83,0 ± 16,9	92,9 (50,1-130)	-1,0	-0,8		0,9 5
Po 12 miesiącach	77,8 ± 14,1	76,4 (53-120,8)	- 16,5	-15,1		81,7 ± 16,4	81 (49,8-134)	-16,0	-15,4		83,0 ± 16,9	92,9 (50,1-130)	-15,9	-15,3		0,1 4

* Test rang Friedmana - różnice w zmianie masy ciała po każdym miesiącu **Test Kruskalla Wallisa – różnice między grupami

5.2.3. Dyskusja

W niniejszym badaniu zajęto się określeniem wpływu płci na wielkość redukcji masy ciała podczas procesu terapeutycznego prowadzonego na odległość za pomocą komunikacji online. Bardzo mocnym elementem przeprowadzonego badania jest udział w nim podobnej liczby kobiet i mężczyzn (mężczyźni stanowili 47,5 % grupy). Dodatkowo w analizie poszczególnych grup wiekowych płeć nie była determinantem różnicującym i tak we wszystkich 3 grupach udział kobiet i mężczyzn był podobny. Pozwoliło to ocenić, jak wiek wpływa na tempo redukcji nadmiernej masy ciała bez ważnego czynnika różnicującego jakim jest płeć. W przeglądzie systematycznym Pagoto i współpracowników (2012) badacze stwierdzili, że we włączonych do przeglądu badaniach mężczyźni stanowili tylko 27% całej badanej populacji, dodatkowo warto podkreślić, że odsetek ten był tylko nieznacznie większy w przypadku interwencji dotyczących otyłości z powiązanymi chorobami współistniejącymi (36% mężczyzn). W innym badaniu ukierunkowanym na redukcję masy ciała mężczyźni stanowili tylko 20% badanych (NWCR 2014). Istnieje wiele hipotez tłumaczących fakt mniejszej reprezentatywności mężczyzn w badaniach dotyczących oceny skuteczności metod redukcji nadmiernej masy ciała. Możliwe, że kobiety mają większą chęć do zmiany swojej masy ciała z uwagi na kulturową presję dotyczącą ich wyglądu (Zhang i Rashad 2008). Z drugiej strony mężczyźni kulturowo zachęceni są do utrzymywania większej masy mięśniowej a co za tym idzie większej masy ciała (McCabe i McGreevy 2011). Jeszcze inną hipotezą jaką podnosi się w sferze powiązania tematu odchudzania z płcią jest fakt, że społecznie stosowanie diety jest związane stereotypowo z kobietami (Hunt i wsp. 2013; Wolfe i wsp. 2002). Dlatego też, niniejsze badanie jest wyjątkowe w literaturze tematu, gdyż ocenie poddano podobną liczebnie grupę kobiety i mężczyzn. Przeciwstawia się ono też ogólnemu przekonaniu, że mężczyźni rzadziej uczestniczą w programach redukcji masy ciała.

Co interesujące, dostępne przeglądy piśmiennictwa są sporne w jednoznacznym określeniu czy płeć wpływa na uzyskane wyniki podczas odchudzania. W systematycznym przeglądzie piśmiennictwa z 2011 roku stwierdzono, że takie różnice nie były zaobserwowane w analizowanych badaniach (Moroshko i wsp. 2011). Podobne obserwacje notuje się w badaniach dotyczących wpływu regularnej aktywności fizycznej na tempo zmniejszenia masy ciała. W badaniu z 2013 roku trwającym 10 miesięcy uczestnicy wykonywali 5 sesji treningowych cardio w tygodniu w celu zredukowania swojej masy ciała. Efektem była redukcja masy ciała o średnio od $3,9 \pm 4,9$ kg do $5,2 \pm 5,6$ kg w zależności od wielkości deficytu energetycznego. Różnic między płciami nie stwierdzono (Donnelly i wsp. 2013). Badanie własne również potwierdza podobne zmniejszenie masy ciała zarówno w grupie kobiety jak i w grupie mężczyzn w wartościach bezwzględnych, jednak warto zaznaczyć, że mężczyźni mieli większą masę ciała na początku badania niż kobiety, a zatem względnie (procentowe) zmniejszenie masy ciała w przypadku kobiety było większe (17,4%) niż w przypadku mężczyzn (14,7%). Wyrażanie redukcji masy ciała w wartościach względnych (procentach) naszym zdaniem jest znacznie lepszym sposobem na określenie skuteczności i tempa redukcji nadmiernej masy ciała. Istnieją badania wykazujące podobny trend, tzn. lepsze efekty programów ukierunkowanych na redukcję masy ciała u kobiet. W badaniu Sanal i współpracowników (2013) kobiety zredukowały masę ciała o 4,3%, podczas gdy w mężczyzn

o 3%. W badaniu Gabriele i współpracowników (2011) kobiety zredukowały masę ciała o 5,3% a mężczyźni o 3,4%. W opozycji do tych badań stoją publikacje wykazujące, że to mężczyźni w większym stopniu zmniejszają masę ciała (opisywaną jako procentowe jej zmniejszenie) w interwencjach ukierunkowanych na zmniejszenie masy ciała wykorzystujących zmianę diety oraz regularną aktywność fizyczną (Bogt i wsp. 2009; West i wsp. 2008). Dlatego wciąż nie jest jasne czy płeć determinuje wielkość i skuteczność redukcji nadmiernej masy ciała. Mimo, że mężczyźni często wykazują większe zmniejszenie masy ciała w wartościach bezwzględnych to zwykle jest to związane z ich bazowo większą masą ciała. Dodatkowo warto podkreślić, że kobiety w każdym badaniu również istotnie zmniejszały swoją masę ciała. Obecnie istnieje ograniczona liczba dowodów wskazujących, że kobiety i mężczyźni powinni stosować inną strategię odchudzania. Warto jednak podkreślić, że najbardziej skuteczne wydają się strategie łączące w sobie interwencje dietetyczne z interwencjami zwiększającymi stopień aktywności fizycznej. Efektywność interwencji dietetycznej połączonej z aktywnością fizyczną w niniejszym badaniu mogła wynikać z dostosowania zaleceń do indywidualnych potrzeb osób uczestniczących w badaniu oraz z ciągłego wsparcia podczas trwania programu. Wydaje się, że właśnie połączenie współpracy dietetyka i trenera oraz aktywna współpraca ze strony pacjenta w największym stopniu przyczyniają się do skuteczności programów redukcji masy ciała (Moroshko i wsp. 2011).

Istotnym zagadnieniem podjętym w niniejszym badaniu była ocena czy wiek obserwowanych osób wpływał na tempo i efektywność redukcji masy ciała. Wydawać by się mogło, że im osoby są starsze tym mają większą trudność w zredukowaniu swojej masy ciała z uwagi na większą trudność w zdobywaniu nowych zdrowszych nawyków żywieniowych czy niższą skłonność do zwiększania czasu i intensywności aktywności fizycznej na przykład pod postacią treningów. Niestety nie dysponujemy obecnie wynikami badań, które by sprawdzały, jak wiek wpływa na zmniejszenie masy ciała w trakcie terapii odchudzającej. W tym badaniu wykazano, że niezależnie od wieku redukcja masy ciała zachodzi w podobnym stopniu. Może być to związane z podobną motywacją do zmiany swojego stylu życia osób biorących udział w obserwacji niezależnie od wieku. Dietetyk w toku współpracy z pacjentem zależnie od sytuacji odpowiednio wspierał go w trzymaniu się założeń diety i treningu. Inną hipotezą tłumaczącą wyniki jest fakt odpowiedniego dostosowania zmian żywieniowych i aktywności fizycznej do każdego z pacjentów. Zarówno dieta jak i trening nie był z góry narzucony a dostosowany do możliwości każdego z pacjentów. Zaproponowana metoda odchudzania, związana z komunikacją on-line wydaje się być akceptowana przez osoby obojga płci, pozwala uzyskać podobne efekty w różnych grupach wiekowych. Warto podkreślić, że jest to obserwacja unikalna w literaturze tematu.

Podsumowując istotnym elementem w badaniu własnym porównującym różnice płciowe w odbiorze interwencji zmieniającej styl życia badanych jest fakt porównywalnej grupy mężczyzn w stosunku do kobiet. Nie odnotowano różnic w zmniejszeniu masy ciała między mężczyznami i kobietami wyrażonych w kilogramach. Jednak kobiety zmniejszyły masę ciała w większym stopniu niż mężczyźni, gdy oceniono wielkość redukcji w wartościach względnych (procentach). Innymi słowy płeć może być czynnikiem różnicującym wielkość redukcji masy ciała w długotrwałym programie odchudzającym. Niniejsze wyniki wskazują również, że niezależnie od wieku redukcja masy ciała zachodzi w podobnym stopniu. Może

być to związane z podobną motywacją do zmiany swojego stylu życia osób biorących udział w badaniu niezależnie od wieku.

5.3. Publikacja IV: The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue the reduction program conducted online – An Intervention Study.

Publikacja 4: Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online – An Intervention Study. Food Science & Nutrition. 2024, 12, 8920–8929.

(Syntetyczne omówienie publikacji).

Celem badania była ocena wpływu zróżnicowanego deficytu energetycznego (o 10%, 20% lub 25%) na tempo zmniejszenia masy ciała oraz parametrów antropometrycznych (obwód pasa oraz bioder). Celem dodatkowym badania była ocena skuteczności współpracy z dietetykiem z wykorzystaniem wyłącznie komunikacji on-line na efektywność redukcji masy ciała. Dodatkowo ocenie poddano wpływ takich czynników jak wiek, BMI przed jak i po interwencji, stopień redukcji masy ciała na chęć dalszej współpracy z dietetykiem ukierunkowanej na dalszą redukcję masy ciała badanych. W ocenie zmian masy ciała w trakcie programu skoncentrowano się na wartościach względnych (procentowa redukcja wyjściowej masy ciała), a nie w wartościach bezwzględnych (w kilogramach).

5.3.1. Charakterystyka uczestników badania ogółem przed planowaną interwencją dietetyczną

W badaniu uczestniczyło 90 kobiet oraz 90 mężczyzn. Średnie BMI bez podziału na grupy z danym deficytem energetycznym wyniosło $30,5 \pm 5,0$ (min 21,3 max 49,2). Wśród badanych było 96 osób z BMI wskazującym na nadwagę. 54 osoby miały otyłość I stopnia, pozostałe 30 osób miało otyłość II stopnia lub większą. Obwód pasa u badanych wyniósł średnio na początku interwencji $101,1 \pm 14,8$ cm a obwód bioder $106,9 \pm 12,5$ cm. Pozostałą ogólną charakterystykę przed podziałem na grupy interwencyjne przedstawia tabela 2.

Po podziale na grupy z różnym deficytem energetycznych liczebność osób wyniosła kolejno: grupa D10(deficyt 10% energii) - n=58, grupa D20 (deficyt 20% energii) - n=62 oraz grupa D25 (deficyt 25% energii) - n=60. Dokładną charakterystykę populacji ogólnej przedstawia tabela 11.

Tabela 11. Generalna charakterystyka grupy badanej na początku interwencji II.

Wariancja	Cała grupa n=180 (Kobiety=90, Mężczyźni=90)	
	Średnia $\pm$ SD	Mediana (min-max)
Wiek [lata]	34,1 $\pm$ 7	34 (21-50)
Wzrost [m]	1,74 $\pm$ 0,1	1,74 (1,48-2,03)
Masa ciała [kg]	93,1 $\pm$ 20,1	91,1 (55-162,8)
BMI [kg/m ²]	30,5 $\pm$ 5,04	29,4 (21,3-49,2)
PPM [kcal]	2048 $\pm$ 440	2003 (1210-3581)
PAL	1,43 $\pm$ 0,14	1,4 (1,2-1,9)
CPM [kcal]	2899 $\pm$ 601	2875 (1896-4300)

BMI – Body Mass Index, PPM – Podstawowa Przemiana Materii, PAL – współczynnik aktywności fizycznej, CPM – Całkowita Przemiana Materii.

5.4.2. Charakterystyka uczestników badania w poszczególnych grupach deficytu energetycznego w trakcie oraz po zakończonej interwencji dietetycznej z uwzględnieniem tempa zmniejszenia masy ciała

Po 6 miesiącach interwencji w grupie D10 odnotowano zmniejszenie masy ciała rzędu 6,6 kilogramów (mediana) co przełożyło się na względne zmniejszenie masy ciała o 7,6% (mediana). Istotnie większe zmniejszenie masy ciała zanotowano w grupie D20 w której uczestnicy zmniejszyli masę ciała o 8,9 kg (mediana) co przełożyło się na względną o 9,9% masę ciała (mediana). W grupie D25 uzyskano największe zmniejszenie masy ciała zarówno w wartościach bezwzględnych jak i względnych, a mianowicie odpowiednio o 10,3 kg (mediana) i o 10,3% (mediana). We wszystkich trzech grupach o różnej wielkości deficytu energetycznego zmiany masy ciała na skutek interwencji zarówno w wartościach względnych jak i bezwzględnych po 6 miesiącach były istotne statystycznie ($p=0,0001$). Więcej danych przedstawia tabela 12.

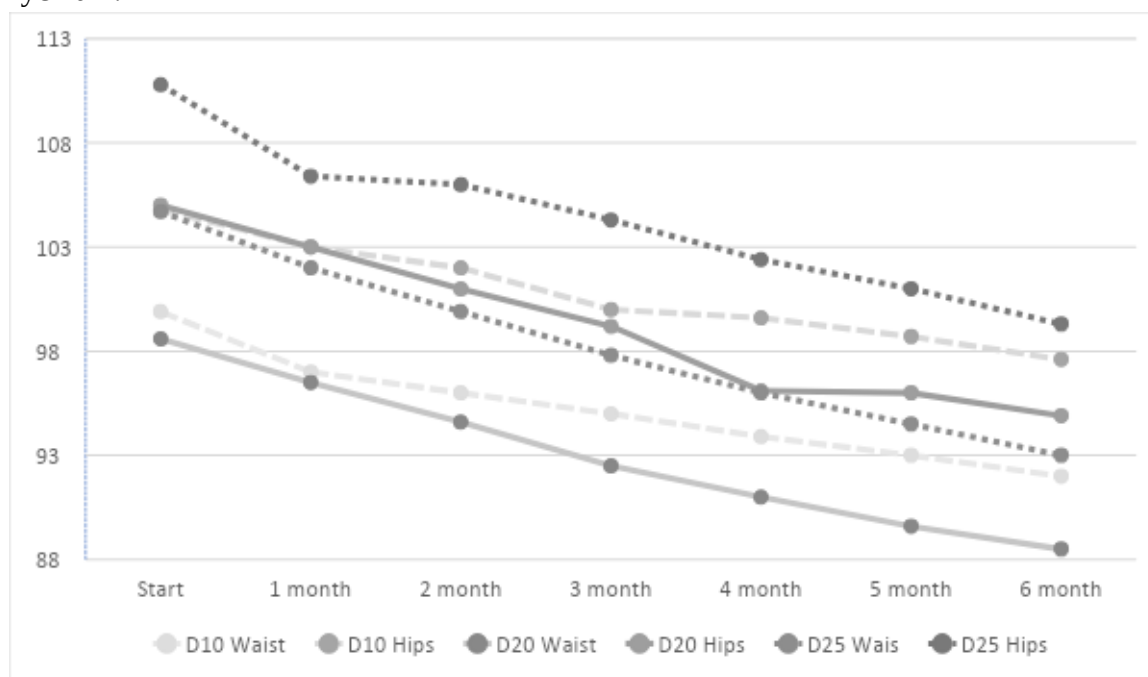
Tabela 12. Zmiany masy ciała w poszczególnych grupach z deficytem energetycznym na przestrzeni 6 miesięcy w interwencji II.

	Deficyt 10% (n=58)					Deficyt 20% (n=62)					Deficyt 25% (n=60)					p**
	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana a [%]	Zmiana [kg]	p*	Średnia ±SD [kg]	Mediana (min-max) [kg]	Zmiana [%]	Zmiana [kg]	p*	
Start	90,3 ± 22,2 ^a	86,7 (55-150)	-	-	-	90,1 ± 15,9 ^a	89,5 (56-134)	-	-	-	98,8 ± 20,7 ^b	99,6 (59,5-162,8)	-	-	-	0,02
W 1 miesiącu	88,8 ± 21,6	84 (54,7-148)	-3,1 ^a	-2,7	0,00 01	88,1 ± 15,4	88,1 (55,1-130)	-1,5 ^b	-1,4	0,00 01	95,7 ± 19,8	96 (58-158,1)	-3,6 ^c	-3,6	0,00 01	0,000 1
W 2 miesiącu	87,5 ± 21,3	82,8 (53,5-145)	-1,4 ^a	-1,2		86,5 ± 15,2	86,8 (54-128,2)	-1,4 ^b	-1,3		93,7 ± 19,5	94,1 (56-156,6)	-2,0 ^c	-1,9		0,000 1
W 3 miesiącu	86,5 ± 21,2	81,1 (53-144)	-2,1 ^a	-1,7		85 ± 15	85,1 (53,2-126,5)	-1,9 ^b	-1,7		91,7 ± 19,1	92 (56,3-154,3)	-2,2 ^b	-2,1		0,000 1
W 4 miesiącu	85,5 ± 20,9	80,1 (52-142)	-1,2 ^a	-1,0		83,4 ± 14,7	84,1 (53-125,1)	-1,2 ^b	-1,0		89,8 ± 18,8	91 (55-151)	-1,2 ^b	-1,0		0,000 1
W 5 miesiącu	84,8 ± 21	79,7 (51-141)	-0,5 ^a	-0,4		82,1 ± 14,7	82,7 (52-125,1)	-1,6 ^b	-1,4		88,3 ± 18,5	88,8 (54,1-148,2)	-2,4 ^b	-2,2		0,000 1
W 6 miesiącu	85 ± 20,8	80,1 (50,3-140,8)	+0,5 ^a	+0,4		80,9 ± 14,7	80,6 (50,2-122)	-2,5 ^b	-2,1		87,4 ± 18,4	89,3 (53-145,1)	+0,7 ^a	+0,5		0,000 1
Po 6 miesiącach	85 ± 20,8	80,1 (50,3-140,8)	-7,6 ^a	-6,6		80,9 ± 14,7	80,6 (50,2-122)	-9,9 ^b	-8,9		87,4 ± 18,4	89,3 (53-145,1)	-10,3 ^b	-10,3		0,000 1

*Test rang Friedmana - Zmiany masy ciała w każdym miesiącu

**a, b, c Test Kruskalla Wallisa - Różnice między grupami

Po 6 miesiącach interwencji zmniejszenie zarówno obwodu pasa jak i obwodu bioder w każdym kolejnym miesiącu było istotne statystycznie we wszystkich trzech grupach ($p=0,0001$). Ostatecznie w grupie D10 całkowite zmniejszenie obwodu pasa wyniosło 7,5 cm (mediana) (99,5 cm vs 92 cm) oraz zmniejszenie obwodu bioder wyniosło 4,9 cm (mediana) (102,5 cm vs 97,6 cm). W grupie D20 stwierdzono zmniejszenie obwodu pasa o 11 cm (mediana) (99,5 cm vs 88,5 cm) oraz zmniejszenie obwodu bioder o 9,5 cm (mediana) (104,5 cm vs 95 cm). W grupie D25 stwierdzono zmniejszenie obwodu pasa o 11,5 cm (mediana) (104,5 cm vs 93 cm) oraz zmniejszenie obwodu bioder o 13 cm (mediana) (112 cm vs 99 cm). Zarówno zmniejszenie obwodu pasa jak i zmniejszenie obwodu bioder po 6 miesiącach były istotne statystycznie w każdej z grup ($p=0,0001$). Analiza post hoc wykazała różnicę w zmniejszeniu obwodu pasa i bioder między grupami D10 vs D20 i D25 ($p=0,00001$). W grupie D10 były one istotnie mniejsze niż w pozostałych dwóch grupach. W grupach D20 i D25 różnice w zmniejszeniu obwodów ciała były nieistotne statystycznie ($p=0,052$). Tempo zmniejszania obwodów pasa oraz bioder w ciągu 6 miesięcy trwania interwencji przedstawia rycina 2.



Rycina 2. Zmniejszenie się obwodu pasa i bioder w 3 grupach deficytu energetycznego w interwencji II.

5.4.3. Charakterystyka uczestników badania w grupach osób, które podjęły i nie podjęły dalszej współpracy dietetycznej po okresie interwencji

Po interwencji dalszą współpracę ukierunkowaną na zmniejszenie masy ciała zadeklarowało 93 badanych co daje 51,7% osób (grupa Yes), z kolei 87 badanych nie deklarowało dalszej chęci redukcji masy ciała zgodnej z programem (grupa No). Osoby z grupy Yes charakteryzowały się większą początkową i końcową masą ciała (mediana przed 97 kg, po 86,2 kg) w porównaniu do grupy No (mediana przed 86,5 kg, po 78,2 kg). Dodatkowo w grupie Yes uzyskano większe zmniejszenie masy ciała przez całe 6 miesięcy interwencji tj. 10,9% (mediana) oraz w ostatnim miesiącu interwencji tj. 1,4% (mediana) w porównaniu do grupy No, w której stwierdzono odpowiednio zmniejszenie masy ciała o 6,6% przez 6 miesięcy (mediana) oraz o 0,8% w ostatnim miesiącu (mediana). Początkowa jak i końcowa wartość

BMI również były czynnikami różnicującym grupy. Grupa Yes charakteryzowała się BMI początkowym na poziomie 31,9 kg/m² (mediana) i BMI końcowym 28,4 kg/m² (mediana) z kolei grupa No charakteryzowała się BMI początkowym na poziomie 28,4 kg/m² (mediana) i BMI końcowym 26,1 kg/m² (mediana). Wszystkie różnice między grupami były istotne statystycznie (p<0,05). Więcej wyników opisujących te dwie grupy przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Charakterystyka 2 grup badanych biorąc pod uwagę chęć lub brak chęci do dalszej współpracy dietetycznej po interwencji II.

Wariancja	Grupa kontynuująca współpracę z dietetykiem (grupa Yes) Kobiety=44 Mężczyźni=49		Grupa nie kontynuująca współpracy z dietetykiem (grupa No) Kobiety=46 Mężczyźni=41		Różnice między grupami
	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	Średnia ±SD	Mediana (min-max)	p*
Wiek [lata]	34,3 ± 6,9	34 (21-50)	33,9 ± 7,1	34 (21-50)	0,71
Startowa masa ciała [kg]	99,2 ± 20,3	97 (62-162,8)	86,6 ± 17,7	86,5 (55-150)	0,0001
Końcowa masa ciała [kg]	88,5 ± 18,8	86,2 (55,3-145,1)	79,9 ± 16,4	78,2 (50,2-140,8)	0,0001
Startowe BMI [kg/m ²]	32,4 ± 5,41	31,9 (21,3-49,2)	28,6 ± 3,7	28,4 (22,1-38)	0,0001
Końcowe BMI [kg/m ²]	28,8 ± 5,04	28,4 (19,3-43,5)	26,4 ± 4,7	26,1 (21,6-35,1)	0,0001
Startowy obwód pasa [cm]	105,2 ± 15,1	105 (70-144)	96,7 ± 13,2	98 (71-130)	0,0001
Końcowy obwód pasa [cm]	93,8 ± 14,2	95 (63-134)	88,4 ± 11,9	88 (65-120)	0,0001
Startowy obwód bioder [cm]	111 ± 13,4	110 (74-149)	102,4 ± 9,5	102 (82-133)	0,0001
Końcowy obwód bioder [cm]	99,9 ± 11,9	99 (66-135)	94,4 ± 8,9	94 (77-119)	0,0001
Zmiana masy ciała w 6 miesięcy [%]	-10,8 ± 2,0	-10,9 (5,6-14,9)	-7,6 ± 2,1	-6,6 (0,4-12,6)	0,0001
Zmiana masy ciała w ostatnim miesiącu [%]	-1,3 ± 1,5	-1,4 (1,0-2,5)	-0,2 ± 0,2	-0,8 (0,09-0,4)	0,0001

*Test U Manna Whitneya

5.3.4. Dyskusja

Metoda Respo łączy ze sobą 4 elementy związane ze skuteczną redukcją masy ciała tj. spersonalizowana dieta z deficytem energetycznym, indywidualnie dobrana aktywność fizyczna, stały kontakt z dietetykiem dzięki aplikacji online oraz wsparcie budowy zdrowych nawyków żywieniowych (USDA; Grzybek i wsp. 2006). Regularna informacja zwrotna oraz motywowanie pacjentów każdego dnia do zmiany swojego stylu życia to nowy standard opieki dietetycznej ukierunkowanej na zmniejszenie nadmiernej masy ciała (Haas i wsp. 2019).

Dodatkowo możliwość monitorowania swojej aktywności fizycznej i łatwe raportowanie wykonania treningów pobudza motywację do podnoszenia swojego współczynnika aktywności fizycznej.

Mocną cechą niniejszego badania jest równo liczna grupa mężczyzn i kobiet (ich udział wyniósł po 50%), ponieważ w badaniach ukierunkowanych na zmniejszenie masy ciała w zdecydowanej większości publikacji liczba kobiet przeważa nad mężczyznami. W badaniu Pagato i współpracowników (2012) mężczyźni stanowili 27% badanych, w innym podobnym badaniu do naszego ilość mężczyzn stanowiła już tylko 20%. Uzyskane wyniki wskazują, że we wszystkich 3 grupach o różnej wielkości deficytu energetycznego zanotowano istotne zmniejszenie masy ciała. Jednak nawet istotna nominalnie zmiana masy ciała może się okazać czasami niewystarczająca dla pacjentów oczekujących bardziej satysfakcjonujących efektów współpracy z dietetykiem. Często zbyt małe efekty, w przekonaniu pacjenta, potrafią zdemotywowwać osoby chcące znacznie zredukować swoją masę ciała, a to przekłada się na chęć rezygnacji ze współpracy w ramach podjętej interwencji. Taki trend zaobserwowano w niniejszym badaniu, w którym to z 80 pacjentów, którzy zrezygnowali z badania, aż 67,5% (54 osoby) zostało przydzielonych do grupy z 10% deficytem energetycznym (co stanowi 93,1% osób z tej grupy), a zmniejszenie masy ciała nie przekroczył w tej podgrupie 2,4 kg. Ostatecznie osoby w grupie D10 zmniejszyły swoją masę ciała o 6,6 kg tj. 7,6% (mediana) co było wynikiem istotnym, jednak w dolnej granicy rekomendowanego zmniejszenia masy ciała rzędu 1-2% na miesiąc, co w przypadku interwencji 6 miesięcznej wiązałoby się ze zmniejszeniem masy ciała w sumie o od około 6% do 11,5% względem początkowej masy ciała. I choć niektóre rekomendacje wyrażają zalecane zmniejszenie masy ciała w kilogramach to wydaje się, że określenie tego parametru w procentach jest adekwatniejsze, ponieważ bierze pod uwagę bazową masę ciała jako czynnik wyjściowy (Olszanecka-Glinianowicz i wsp. 2023). W rekomendowanych przez specjalistów zakresach zmniejszenia masy ciała po 6 miesiącach znalazły się osoby z grup D20 i D25. Osoby w tych grupach zmniejszyły swoją masę ciała o odpowiednio 9,9% i 10,3% (mediana). W tych dwóch grupach tylko 26 badanych (co stanowi 21,3% osób z obu grup) zdecydowało się na niekontynuowanie protokołu, co może sugerować pozytywny wpływ efektów interwencji na chęć pozostania w programie u pozostałych osób (Hartmann-Boyce i wsp. 2014; Hayes i wsp. 2017; Jacob i Isaac 2012).

Grupa D25 w porównaniu do grupy D20 charakteryzowała się większą bazową masą ciała i większym BMI. Różnica między tymi dwoma grupami wynosiła odpowiednio 8,7 kg (mediana) oraz 1,8 jednostki BMI (mediana). Jednak ich współczynnik aktywności fizycznej oraz ilość i długość treningów była taka sama co pozwoliło na obiektywne porównywanie tych grup między sobą biorąc pod uwagę wskaźnik procentowego zmniejszenia masy ciała. Jak można się było spodziewać różnicę w zmniejszeniu masy ciała między tymi grupami nie były duże. Zaskoczeniem jednak jest stosunkowo wysokie zmniejszenie masy ciała w grupie D10, która charakteryzowała się niskim deficytem energetycznym w porównaniu do grup D20 i D25. Możliwymi wyjaśnieniami tego stanu rzeczy może być niedojadanie posiłków w grupie D10 przez pacjentów mimo starannej kontroli lub podjadanie między posiłkami w grupach D20 i D25, co jednak nie zostało odnotowane przez uczestników badania w ich dziennikach żywieniowych. Warto mieć na uwadze tego rodzaju ryzyko odstępstw od założeń dietetycznych

w przypadku prowadzenia badań bez pełnej kontroli dostarczanej z żywnością energii jak w przypadku badań w ośrodkach zamkniętych (Wadden i wsp. 2014).

Zmniejszenie masy ciała we wszystkich grupach należy uznać za znaczne i klinicznie istotne. W podobnym badaniu, w którym badacze zastosowali deficyt energetyczny rzędu 500 kcal w grupie 35 osób o średnim BMI $35,3 \pm 5,7$ kg/m² i masie ciała $102,1 \pm 20$ kg, zmniejszenie masy ciała po 6 miesiącach interwencji wyniosło 11,3% (Kalm i wsp. 2005). Niestety badacze nie szacowali całkowitej przemiany materii pacjentów przez co nie można sprawdzić, jaki był rzeczywisty deficyt energetyczny wyrażony w procentach. W badaniu własnym poziom bezwzględnego deficytu po przeliczeniu z wartości procentowych wynosił dla grup odpowiednio: D10 - 270 kcal (mediana), D20 - 558 kcal (mediana) oraz dla grupy D25 - 761 kcal (mediana). W innym badaniu, w którym zastosowano dietę o wartości energetycznej 1500 kcal dla kobiet oraz 1800 kcal dla mężczyzn trwającą 6 miesięcy, badani zmniejszyli masę ciała o 7% stosując dietę z niskim indeksem glikemicznym i o 3,2% stosując dietę konwencjonalną (Luley i wsp. 2011). Podobne wyniki w zmniejszeniu masy ciała zanotowali Samaha i współpracowników (2003) w którym badaniu pacjenci zmniejszyli swoją masę ciała o 5,8%.

Z uwagi na dobrze poznany efekt yo-yo u pacjentów odchudzających się skupiono się na znalezieniu różnic między grupą, która zdecydowała się na dalszą współpracę dietetyczną (grupa Yes) a tą, która nie chciała dalszej pomocy (grupa No), które mogą wpłynąć na zminimalizowanie ryzyka rezygnacji z dalszego przestrzegania zaleceń. Po analizie wyników wydaje się, że kluczowymi czynnikami wpływającymi na chęć dłuższej współpracy dietetycznej niż 6 miesięcy jest większa początkowa masa ciała i/lub większa wartość BMI (Di Germanio i wsp. 2018). Prawdopodobnie chęć zmniejszenia swojej masy ciała o większą liczbę kilogramów przekładać się może na dłuższą współpracę. Nie bez znaczenia jest też tempo zmniejszenia masy ciała, aby pacjent chciał kontynuować współpracę dietetyczną. Ponadto ciągle zmniejszanie masy ciała co najmniej na poziomie średnio 1,5 % masy ciała miesięczne wpływa pozytywnie na motywację pacjenta i jego chęć dalszej redukcji masy ciała.

Podsumowując, biorąc pod uwagę wszystkie czynniki, wydaje się, że deficyt energetyczny rzędu 20-25% jest najbardziej właściwy pod kątem redukcji masy ciała trwającej 6 miesięcy. Poziom zmniejszenia się masy ciała jest wtedy istotny klinicznie oraz motywujący dla pacjentów zwracających uwagę na efekty diety. Z kolei kluczowymi czynnikami wpływającymi pozytywnie na chęć wydłużenia współpracy ponad 6 miesięcy u pacjentów jest większa początkowa wartość BMI oraz większa redukcja masy ciała podczas interwencji. Wyniki niniejszego badania wskazują, że prowadzona on-line interwencja dietetyczna wraz z regularną aktywnością fizyczną i ciągłym wspieraniem pacjenta, mająca na celu zmniejszenie nadmiernej masy ciała jest skuteczną metodą współpracy z otyłym pacjentem.

6. Ograniczenia badania

Pomimo wszelkich starań, aby niniejsze badanie zostało przygotowane i przeprowadzone w sposób maksymalnie poprawny, należy wskazać na pewne jego ograniczenia.

Pierwszym ograniczeniem jest brak dodatkowego sprawdzenia notowanych wyników parametrów antropometrycznych przez pacjentów. Z uwagi na charakter interwencji dietetyk nie miał możliwości bezpośredniego sprawdzenia pomiarów wyników masy ciała oraz obwodów ciała w toku trwania interwencji. Minimalizując to ryzyko na początku każdego badania pacjenci byli edukowani jak wykonywać pomiary samodzielnie.

Kolejnym istotnym ograniczeniem było również przeprowadzenie interwencji dietetycznej w warunkach niekontrolowanych bezpośrednio, czyli badanie nie było przeprowadzane w ośrodku zamkniętym. Jednak warto zwrócić uwagę, że w praktyce właśnie tego typu interwencje mają realne przełożenie na pracę zawodową dietetyka. W wielu przypadkach współpraca z dietetykiem opiera się na braku bezpośredniej kontroli pacjenta zwłaszcza we współpracy on-line a informacje o zmianach w masie ciała przekazywane są deklaratorywnie. Niemniej w celu zapewnienia jak najdokładniejszego przestrzegania zaleceń pacjenci byli systematycznie kontrolowani pod kątem wartości energetycznej diety, składu posiłków, a także regularności i sposobu wykonywania ćwiczeń fizycznych poprzez prowadzenia dzienniczka żywienia oraz zapis aktywności fizycznej w aplikacji zastosowanej w badaniach. Pozwoliło to zminimalizować odstępstwa od diety i programu treningowego oraz zagwarantowało prawidłowy przebieg obydwu badań.

Następnym ograniczeniem badania był brak monitorowania składu ciała badanych w celu potwierdzenia zmniejszenia masy tkanki tłuszczowej w wyniku redukcji ogólnej masy ciała. Z uwagi na charakter badania on-line mierzenie składu ciała za pomocą bioimpedancji elektrycznej lub metodą DXA byłoby bardzo trudne do przeprowadzenia i wymagałoby, regularnych wizyt kontrolnych wykonywanych stacjonarnie co wpłynęłoby na ważną cechę badania, którą była współpraca przeprowadzona wyłącznie on-line. W celu zminimalizowania negatywnego efektu deficytu energetycznego na masę mięśniową badanych zastosowano względnie niski poziom tego deficytu, który połączony był z treningiem siłowym u badanych. Dane literaturowe potwierdzają, że tego rodzaju interwencje żywieniowe w sposób nieznaczny wpływają na zmniejszenie się masy mięśniowej u badanych, a co za tym idzie w sposób znaczący pozwalają na redukcję tkanki tłuszczowej.

Podsumowując, mimo wymienionych ograniczeń przeprowadzonych badań, niniejsze badania ze względu na innowacyjność w podejściu do terapii otyłości polegającej na prowadzenia współpracy dietetyka z pacjentem wyłącznie on-line oraz z uwagi na liczebność grup badanych i czas trwania badania, wnoszą istotne informacje w obszarze badań dotyczących opieki nad osobami z nadmierną masą ciała.

7. Weryfikacja hipotez, stwierdzenia i wnioski

W celu weryfikacji hipotezy 1 przeprowadzono pomiary zmniejszenia się masy ciała u badanych w interwencjach trwających 12 i 6 miesięcy i przeliczono je na wartości względne tj. procent masy ciała. Przyjęto również tezę, iż skuteczna interwencja ukierunkowana na zmniejszenie się masy ciała powinna przynieść przynajmniej 5 procentowe zmniejszenie się masy ciała u pacjentów poddanych interwencji.

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że po 12 miesiącach stosowania diety o 15% poziomie deficytu energetycznego wszyscy badani uzyskali co najmniej 5% zmniejszenie masy ciała, z kolei w interwencji 6 miesięcznej 93,8% badanych uzyskało co najmniej 5% zmniejszenie masy ciała - można zatem stwierdzić, że interwencja nakierowana na zmniejszenie masy ciała prowadzona on-line jest skutecznym narzędziem w odchudzaniu pacjentów z nadwagą czy otyłością. Można uznać, że hipoteza 1 została zweryfikowana pozytywnie.

W celu weryfikacji hipotezy 2 przeprowadzono pomiary masy ciała u badanych w okresie 6 miesięcy w 3 grupach z określonym deficytem tj. 15%, 20% lub 25% wartości energetycznej diety.

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że po 6 miesiącach stosowania diet o różnym poziomie deficytu energetycznego, deficyt na poziomie 25% wartości energetycznej diety poskutkował największym zmniejszeniem masy ciała w wartościach bezwzględnych jak i względnych, a mianowicie odpowiednio o 10,3 kg (mediana) i o 10,3% (mediana). W grupie z deficytem 10% odnotowano zmniejszenie się masy ciała rzędu 7,6% (mediana) a w grupie z deficytem 20% o 9,9% masę ciała (mediana). Wyniki te pozwalają na odrzucenie hipotezy, że to 20% deficyt energetyczny będzie najbardziej skuteczny w interwencji ukierunkowanej na zmniejszenie masy ciała.

W celu weryfikacji hipotezy 3 przeprowadzono 12 miesięczną interwencję polegającą na zastosowaniu tego samego 15% poziomu deficytu energetycznego i pomiarze zmiany masy ciała u osób w 3 grupach BMI: osoby z nadwagą, osoby z otyłością 1 stopnia oraz osoby z otyłością >1 stopnia.

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że osoby z otyłością >1 stopnia wykazały największe zmniejszenie masy ciała wyrażony w kilogramach (wartość bezwzględna) w porównaniu do osób z otyłością 1 stopnia i osób z nadwagą (17,7 kg vs 15,7 kg vs 13,8 kg). Jednak grupa ta nie odnotowała największego zmniejszenia się masy ciała w wartościach procentowych (wartość względna). Osoby z nadwagą bowiem zmniejszyły swoją masę ciała w największym stopniu pod kątem wartości względnych, bo o 16,6% w porównaniu do osób z otyłością >1 stopnia (15,7%) oraz osób z otyłością 1 stopnia (15,4%). W związku z tym hipoteza 3 została potwierdzona tylko częściowo.

W celu weryfikacji hipotezy 4 przeprowadzono 12 miesięczną interwencję polegającą na zastosowaniu tego samego 15% poziomu deficytu energetycznego i pomiarze zmiany masy ciała a wyniki przeanalizowano pod kątem płci.

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że po 12 miesiącach stosowania diety o 15% poziomie deficytu energetycznego mężczyźni zmniejszyli masę ciała o 14,7 %, z kolei kobiety

zmniejszyły swoją masę ciała o 17,4%. Co za tym idzie kobiety zredukowały swoją masę ciała na przestrzeni 12 miesięcy w większym stopniu tj. o 2,7 punktu procentowego. Wyniki te pozwalają na odrzucenie hipotezy 4.

W celu weryfikacji hipotezy 5 przeprowadzono 12 miesięczną interwencję polegającą na zastosowaniu tego samego 15% poziomu deficytu energetycznego i pomiarze zmiany masy ciała a wyniki przeanalizowano pod kątem wieku badanych w podziale na 3 grupy wiekowe tj. 18-29 lat, 30-39 lat i 40-55 lat.

Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że względna redukcja masy ciała na przestrzeni 12 miesięcy była podobna we wszystkich grupach wiekowych i wynosiła ok. 16%. Innymi słowy wiek nie wpływał na efektywność redukcji masy ciała u osób uczestniczących w interwencji biorąc pod uwagę procentowe zmniejszenie się masy ciała u badanych. W związku z tym hipoteza 5 została potwierdzona.

8. Stwierdzenia

1. W wyniku zastosowania deficytu energetycznego rzędu 15% przez 12 miesięcy badani zmniejszyli swoją masę ciała średnio o 16%.
2. Kobiety uzyskały lepsze efekty w redukcji masy ciała wyrażone w wartościach względnych (odsetek masy ciała) w wyniku interwencji prowadzonej on-line przez okres 12 miesięcy niż mężczyźni (odpowiednio 17,4% vs 14,7%).
3. Niezależnie od wieku pacjentów wszyscy osiągnęli podobne efekty pod kątem zmniejszenia masy ciała w wyniku zastosowanej interwencji na przestrzeni 12 miesięcy współpracy.
4. Zmniejszenie się masy ciała u badanych we wszystkich grupach BMI było istotne statystycznie w każdym miesiącu badania na przestrzeni 12 miesięcy.
5. W interwencji trwającej 12 miesięcy redukcja masy ciała wyrażona w wartościach bezwzględnych tj. w procencie masy ciała, była największa w grupie osób z nadwagą (16,6%) w porównaniu do osób z otyłością 1 stopnia i >1 stopnia (odpowiednio 15,7% i 15,4%).
6. W wyniku zastosowania deficytu energetycznego rzędu 10%, 20% lub 25% przez 6 miesięcy badani zmniejszyli swoją masę ciała średnio o odpowiednio 7,6%, 9,9% i 10,3%.
7. W ciągu 6 miesięcy interwencji zmniejszenie zarówno obwodu pasa jak i bioder w każdym kolejnym miesiącu było istotne statystycznie we wszystkich trzech grupach tj. z 10%, 20% i 25% deficytem energetycznym.
8. Po interwencji 6 miesięcznej dalszą współpracę ukierunkowaną na zmniejszenie masy ciała zadeklarowało 93 badanych co daje 51,7% osób z kolei 87 badanych nie deklarowało dalszej chęci redukcji masy ciała zgodnej z programem.
9. Osoby deklarujące chęć dalszej współpracy charakteryzowały się większą początkową i końcową masą ciała. Dodatkowo grupa ta uzyskała większe zmniejszenie masy ciała przez całe 6 miesięcy interwencji oraz w ostatnim miesiącu interwencji.

9. Wnioski

1. Współpraca dietetyczna prowadzona wyłącznie za pomocą komunikacji on-line jest skutecznym sposobem współpracy dietetyka z pacjentem w kontekście interwencji ukierunkowanej na zmniejszenie nadmiernej masy ciała. Ten model współpracy wydaje się skuteczny zarówno we współpracy z osobami z nadwagą i otyłością, z kobietami jak i z mężczyznami oraz z osobami w wieku między 18 a 55 lat.
2. Choć osoby z otyłością >1 stopnia mogą liczyć na największe zmniejszenie masy ciała wyrażone w kilogramach to w wartościach względnych osoby z nadwagą charakteryzowały się największym zmniejszeniem masy ciała na przestrzeni 12 miesięcznej interwencji. Wpływ na to mogła mieć większa aktywność fizyczna badanych w tej grupie co koresponduje z literaturą opisującą wyższe współczynniki PAL osób z nadwagą w porównaniu do osób z otyłością.
3. Stosując deficyt 15% wartości energetycznej diety pacjenci notowali zmniejszenie swojej masy ciała w każdym z 12 miesięcy interwencji co może świadczyć o wysokiej skuteczności stosowanego protokołu badania, wysokiej motywacji pacjentów do przestrzegania zaleceń oraz o dobrym dopasowaniu diety jak i ćwiczeń fizycznych do potrzeb każdego z badanych.
4. W przypadku interwencji trwających co najmniej 12 miesięcy wystarczającym poziomem deficytu energetycznego może być już 15%.
5. Porównując ze sobą 3 zakresy deficytu energetycznego z badania własnego wydaje się, że deficyt energetyczny rzędu 15-25% jest skuteczny pod kątem odchudzania biorąc pod uwagę interwencję trwającą około 6 miesięcy, jednak najlepsze efekty uzyskuje się przy deficycie energetycznym rzędu 20-25%.
6. Wyznaczanie poziomu deficytu energetycznego w wartościach procentowych względem całkowitego zapotrzebowania energetycznego wydaje się najlepszą metodą w celu wyznaczenia odpowiedniego poziomu tego deficytu. Sposób oparty na wartościach bezwzględnych rzędu 300-500 kcal na dobę może nie być wystarczający biorąc pod uwagę indywidualizację zaleceń dietetycznych.
7. Biorąc pod uwagę, że już 5% zmniejszenie masy ciała u pacjentów z nadwagą lub otyłością przynosi pozytywne skutki zdrowotne można oczekiwać, że wszyscy badani uzyskali korzyści zdrowotne, gdyż ich redukcja masy ciała przewyższała tę wartość.

10. Spis piśmiennictwa

1. Abdelaal, M., le Roux, C. W., & Docherty, N. G. (2017). Morbidity and mortality associated with obesity. *Annals of translational medicine*, 5(7), 161.
2. Acharya SD, Elci OU, Sereika SM, Music E, Styn MA, Turk MW, et al. Adherence to a behavioral weight loss treatment program enhances weight loss and improvements in biomarkers. *Patient Prefer Adherence*. 2009 ;3:151–60
3. Alamuddin N., Bakizada Z., Wadden T.A., Management of obesity, *J. Clin. Oncol.*, (2016) 34(35):4295–4305.
4. Alexopoulos N., Katritsis D., Raggi P., Visceral adipose tissue as a source of inflammation and promoter of atherosclerosis, *Atherosclerosis*, (2014) 233(1):104–112.
5. Babenko A.Y., Savitskaya D.A., Kononova Y.A., Trofimova A.Y., Simanenkova A.V., Vasilyeva E.Y., Shlyakhto E.V., Predictors of Effectiveness of Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonist Therapy in Patients with Type 2 Diabetes and Obesity, *Journal of Diabetes Research*, 2019 1-10.
6. Bailly S, Fabre O, Legrand R, Pantagis L, Mendelson M, Terrail R, Tamisier R, Astrup A, Clément K, Pépin JL. The Impact of the COVID-19 Lockdown on Weight Loss and Body Composition in Subjects with Overweight and Obesity Participating in a Nationwide Weight-Loss Program: Impact of a Remote Consultation Follow-Up-The CO-RNPC Study. *Nutrients*. 2021 Jun 23;13(7):2152.
7. Bailly S, Fabre O, Legrand R, Pantagis L, Mendelson M, Terrail R, Tamisier R, Astrup A, Clément K, Pépin JL. The Impact of the COVID-19 Lockdown on Weight Loss and Body Composition in Subjects with Overweight and Obesity Participating in a Nationwide Weight-Loss Program: Impact of a Remote Consultation Follow-Up-The CO-RNPC Study. *Nutrients*. 2021 Jun 23;13(7):2152.
8. Barte JC, Veldwijk J, Teixeira PJ, Sacks FM, Bemelmans WJ. Differences in weight loss across different BMI classes: a meta-analysis of the effects of interventions with diet and exercise. *Int J Behav Med*. 2014;21(5):784-93.
9. Batsis JA, Petersen CL, Clark MM, Cook SB, Kotz D, Gooding TL, Roderka MN, Al-Nimr RI, Pidgeon D, Haedrich A, Wright KC, Aquila C, Mackenzie TA. Feasibility and acceptability of a technology-based, rural weight management intervention in older adults with obesity. *BMC Geriatr*. 2021 Jan 12;21(1):44.
10. Bays H., Central obesity as a clinical marker of adiposopathy; increased visceral adiposity as a surrogate marker for global fat dysfunction, *Current Opinion in Endocrinology & Diabetes and Obesity*, (2014) 21(5):345–351.
11. Beasley J, Riley W, Davis A, Singh J. Evaluation of a PDA-based dietary assessment and intervention program: a randomized controlled trial. *J Am Coll Nutr* 2008;27: 280–286.
12. Beleigoli AM, Andrade AQ, Cançado AG, Paulo MN, Diniz MFH, Ribeiro AL. Web-Based Digital Health Interventions for Weight Loss and Lifestyle Habit Changes in Overweight and Obese Adults: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2019 Jan 8;21(1):e298.

13. Bhutani S., Cooper J.A. Covid-19-related home confinement in adults: Weight gain risks and opportunities. *Obesity*. 2020;28: 1576–1577.
14. Billes S.K., Sinnayah P., Cowley M.A., Naltrexone/bupropion for obesity: An investigational combination pharmacotherapy for weight loss, *Pharmacological Research*, (2014) 84:1–11.
15. Björntorp P. Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities?. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 2001 2(2), 73–86.
16. Bogt NC, Bemelmans WJ, Beltman FW, Broer J, Smit AJ, van der Meer K. Preventing weight gain: one-year results of a randomized lifestyle intervention. *Am J Prev Med*. 2009 Oct;37(4):270-7.
17. Bray G.A., Frühbeck G., Ryan D.H., Wilding J.P.H., Management of obesity, *The Lancet*, (2016) 387(10031):1947–1956.
18. Cao H., Adipocytokines in obesity and metabolic disease, *Journal of Endocrinology*, (2014) 220(2):47–59.
19. Chadda, K. R., Cheng, T. S., & Ong, K. K. (2021). GLP-1 agonists for obesity and type 2 diabetes in children: Systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22(6), e13177.
20. Chin, S. H., Kahathuduwa, C. N., & Binks, M. (2016). Physical activity and obesity: what we know and what we need to know. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 17(12), 1226–1244.
21. Chrostowska, M., Szyndler, A., Hoffmann, M., & Narkiewicz, K. (2013). Impact of obesity on cardiovascular health. Best practice & research. *Clinical endocrinology & metabolism*, 27(2), 147–156.
22. Dansinger, M. L., Gleason, J. A., Griffith, J. L., Selker, H. P., & Schaefer, E. J. Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial. *JAMA*, 2005 293(1), 43–53.
23. Darmon, N., & Drewnowski, A. (2008). Does social class predict diet quality?. *The American journal of clinical nutrition*, 87(5), 1107–1117.
24. Das SK, Brown C, Urban LE, O'Toole J, Gamache MMG, Weerasekara YK, Roberts SB. Weight loss in videoconference and in-person iDiet weight loss programs in worksites and community groups. *Obesity (Silver Spring)*. 2017 Jun;25(6):1033-104.
25. Daugherty BL, Schap TE, Ettienne-Gittens R, Zhu FM, Bosch M, Delp EJ, Ebert DS, Kerr DA, Boushey CJ. Novel technologies for assessing dietary intake: evaluating the usability of a mobile telephone food record among adults and adolescents. *J Med Internet Res* (2012) 14(2): e58.
26. De Lorenzo, A., Gratteri, S., Gualtieri, P., Cammarano, A., Bertucci, P., & Di Renzo, L. (2019). Why primary obesity is a disease?. *Journal of translational medicine*, 17(1), 169.
27. De Pergola, G., & Silvestris, F. (2013). Obesity as a major risk factor for cancer. *Journal of obesity*, 2013, 291546.
28. Di Germanio, C., Di Francesco, A., Bernier, M., & de Cabo, R. (2018). Yo-Yo Dieting is Better than None. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 26(11), 1673.

29. Di Renzo L., Gualtieri P., Pivari F., Soldati L, Attina A., Cinelli G., Leggeri C., Caparello G., Barrea L., Scerbo F., et al. Eating habits and lifestyle changes during covid-19 lockdown: An italian survey. *J. Transl. Med.* 2020; 18:229.
30. Dietz, W., & Santos-Burgoa, C. (2020). Obesity and its Implications for COVID-19 Mortality. *Obesity* (Silver Spring, Md.), 28(6), 1005.
31. Donald H, Franklin V, Greene S. The use of mobile phones in dietary assessment in young people with type I diabetes. *J Hum Nutr Diet* 2009;22(3): 256–257.
32. Donnelly JE, Honas JJ, Smith BK, Mayo MS, Gibson CA, Sullivan DK, Lee J, Herrmann SD, Lambourne K, Washburn RA. Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: midwest exercise trial 2. *Obesity* (Silver Spring). 2013 Mar;21(3): 219-28.
33. Douketis JD, Macie C, Thabane L, Williamson DF. Systematic review of long-term weight loss studies in obese adults: clinical significance and applicability to clinical practice. *Int J Obes (Lond)*. 2005 Oct;29(10):1153-67.
34. El-Serag H.B., Hashmi A., Garcia J., Richardson P., Alsarraj A., Fitzgerald S., et al., Visceral abdominal obesity measured by CT scan is associated with an increased risk of Barrett's oesophagus: a case-control study, *Gut*, (2014) 63(2): 220-229.
35. Eng TR. The eHealth landscape: a terrain map of emerging information and communication technologies in health and health care. The Robert Wood Johnson Foundation; 2001.
36. Foster, G. D., Wyatt, H. R., Hill, J. O., Makris, A. P., Rosenbaum, D. L., Brill, C., Stein, R. I., Mohammed, B. S., Miller, B., Rader, D. J., Zemel, B., Wadden, T. A., Tenhave, T., Newcomb, C. W., & Klein, S. (2010). Weight and metabolic outcomes after 2 years on a low-carbohydrate versus low-fat diet: a randomized trial. *Annals of internal medicine*, 153(3), 147–157.
37. Freedhoff, Y., & Hall, K. D. (2016). Weight loss diet studies: we need help not hype. *Lancet* (London, England), 388(10047), 849–851.
38. Gabriele JM, Carpenter BD, Tate DF, Fisher EB. Directive and nondirective e-coach support for weight loss in overweight adults. *Ann Behav Med*. 2011 Apr;41(2):252-63.
39. Grant R.W., Dixit V.D., Adipose tissue as an immunological organ: adipose tissue as an immunological organ, *Obesity*, (2015) 23(3):512–518.
40. Grzybek A, Pachocka L, Targosz U, Kłosiewicz-Latoszek L. Zmiany masy i składu ciała po 1 roku stosowania diety niskoenergetycznej [Effect of a low-energy diet on body weight and body composition after one-year treatment]. *Przegl Lek*. 2006;63(9):723-7.
41. Haas K, Hayoz S, Maurer-Wiesner S.: Effectiveness and Feasibility of a Remote Lifestyle Intervention by Dietitians for Overweight and Obese Adults: Pilot Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019 Apr 11;7(4):e12289.
42. Hall J., Juncos L., Wang Z., Hall M., do Carmo J., da Silva A., Obesity, hypertension, and chronic kidney disease, *Int. J. Nephrol. Renovasc. Dis.*, (2014) 75.
43. Hartmann-Boyce, J.; Johns, D.J.; Jebb, S.A.; Aveyard, P. Behavioural Weight Management Review Group: Effect of behavioural techniques and delivery mode on effectiveness of weight management: Systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Obes. Rev.* 2014, 15, 598–609.

44. Hayes, S.C.; Hofmann, S.G. The third wave of cognitive behavioral therapy and the rise of process-based care. *World Psychiatry* 2017, 16, 245–246.
45. Heshka S, Anderson JW, Atkinson RL, Greenway FL, Hill JO, Phinney SD, et al. Weight loss with self-help compared with a structured commercial program: a randomized trial. *JAMA*. 2003;289(14):1792–8.
46. Heymsfield, S. B., & Wadden, T. A. (2017). Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *The New England journal of medicine*, 376(3), 254–266.
47. Hill, B., Bergmeier, H., Incollingo Rodriguez, A. C., Barlow, F. K., Chung, A., Ramachandran, D., Savaglio, M., & Skouteris, H. (2021). Weight stigma and obesity-related policies: A systematic review of the state of the literature. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 22(11), e13333.
48. Ho, S. S., Dhaliwal, S. S., Hills, A. P., & Pal, S. (2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC public health*, 12, 704.
49. Hopkins M, Blundell J, Halford J, King N, Finlayson G. The Regulation of Food Intake in Humans. 2016 Mar 30. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000–. PMID: 25905169.
50. Hunt K, McCann C, Gray CM, Mutrie N, Wyke S. You’ve got to walk before you run’’: positive evaluations of a walking program as part of a gender-sensitized, weight-management program delivered to men through professional football clubs. *Health Psychol* 2013; 32:57—65.
51. Hutchesson MJ, Gough C, Müller AM, Short CE, Whatnall MC, Ahmed M, Pearson N, Yin Z, Ashton LM, Maher C, Staiano AE, Mauch CE, DeSmet A, Vandelanotte C. eHealth interventions targeting nutrition, physical activity, sedentary behavior, or obesity in adults: A scoping review of systematic reviews. *Obes Rev*. 2021 Oct;22(10):e13295.
52. Hutchesson, M. J., Rollo, M. E., Krukowski, R., Ells, L., Harvey, J., Morgan, P. J., Callister, R., Plotnikoff, R., & Collins, C. E. (2015). eHealth interventions for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults: a systematic review with meta-analysis. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 16(5), 376–392.
53. Iversen, T. & Soskice, D. *Democracy and prosperity: Reinventing capitalism through a turbulent century* (Princeton University Press, 2019).
54. Jacob, J.J.; Isaac, R. Behavioral therapy for management of obesity. *Indian J. Endocrinol. Metab*. 2012, 16, 28–32.
55. Jakicic, J. M., & Davis, K. K. (2011). Obesity and physical activity. *The Psychiatric clinics of North America*, 34(4), 829–840.
56. Jarosz M. Normy żywienia dla populacji Polski. *IŻŻ* 2012 35.
57. Jarosz M. Normy żywienia dla populacji Polski. *IŻŻ* 2017 11-311.
58. Jastreboff, A. M., Kotz, C. M., Kahan, S., Kelly, A. S., & Heymsfield, S. B. (2019). Obesity as a Disease: The Obesity Society 2018 Position Statement. *Obesity* (Silver Spring, Md.), 27(1), 7–9.

59. Johansson, G., Westerterp, K. R. (2008). Assessment of the physical activity level with two questions: validation with doubly labeled water. *International journal of obesity* , 32(6), 1031–1033.
60. Jung, A. Otyłość – choroba cywilizacyjna. *Pediatr Med Rodz* 2014, 10 (3), 226–232.
61. Kalm LM, Semba RD. They starved so that others would be better fed: remembering Ancel Keys and the Minnesota experiment. *J Nutr.* 2005 Jun;135(6):1347-52.
62. Kim, T. J., von dem Knesebeck, O. (2018). Income and obesity: what is the direction of the relationship? A systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, 8(1), e019862.
63. King L.K., March L., Anandacoomarasamy A., Obesity & osteoarthritis, *Indian J. Med. Res.*, (2013) 138(2):185-193.
64. Kolotkin, R. L., & Andersen, J. R. (2017). A systematic review of reviews: exploring the relationship between obesity, weight loss and health-related quality of life. *Clinical obesity*, 7(5), 273–289.
65. Korakas, E., Ikonomidis, I., Kousathana, F., Balampanis, K., Kountouri, A., Raptis, A., Palaiodimou, L., Kokkinos, A., & Lambadiari, V. (2020). Obesity and COVID-19: immune and metabolic derangement as a possible link to adverse clinical outcomes. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, 319(1), 105–109.
66. Kouda K, Nakamura H, Kohno H, et al. Metabolic response to short-term 4-day energy restriction in a controlled study. *Environ Health Prev Med.* 2006;11(2):89-92.
67. Kraschnewski, J. L., Boan, J., Esposito, J., Sherwood, N. E., Lehman, E. B., Kephart, D. K., & Sciamanna, C. N. (2010). Long-term weight loss maintenance in the United States. *International journal of obesity* (2005), 34(11), 1644–1654.
68. Kumar R.B., Aronne L.J., Iatrogenic obesity, *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, (2020) 49(2):265–73.
69. Leibel, R. L., Rosenbaum, M., & Hirsch, J. (1995). Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. *The New England journal of medicine*, 332(10), 621–628.
70. Liu L., Feng J., Zhang G., Yuan X., Li F., Yang T., et al., Visceral adipose tissue is more strongly associated with insulin resistance than subcutaneous adipose tissue in Chinese subjects with pre-diabetes, *Current Medical Research and Opinion*, (2018) 34(1): 123–129.
71. Longo M., Zatterale F., Naderi J., Parrillo L., Formisano P., Raciti G.A., et al., Adipose tissue dysfunction as determinant of obesity-associated metabolic complications, *Int. J. Mol. Sci.*, (2019) 20(9): 2358.
72. Luley C, Blaik A, Reschke K, Klose S, Westphal S. Weight loss in obese patients with type 2 diabetes: effects of telemonitoring plus a diet combination - the Active Body Control (ABC) Program. *Diabetes Res Clin Pract.* 2011 Mar;91(3):286-92.
73. May M., Schindler C., Engeli S., Modern pharmacological treatment of obese patients, *Therapeutic Advances in Endocrinology*, (2020) 11.
74. McCabe MP, McGreevy SJ. Role of media and peers on bodychange strategies among adult men: is body size important? *Eur Eat Disord Rev* 2011;19:438—46.
75. Michie S, Yardley L, West R, Patrick K, Greaves F. Developing and Evaluating Digital Interventions to Promote Behavior Change in Health and Health Care:

- Recommendations Resulting From an International Workshop. *J Med Internet Res.* 2017 Jun 29;19(6):e232.
76. Moroshko I, Brennan L, O'Brien P. Predictors of dropout in weight loss interventions: a systematic review of the literature. *Obes Rev.* 2011 Nov;12(11):912-34.
 77. NICE (UK). Obesity: identification, assessment and management of overweight and obesity in children, young people and adults: partial update of cg43 London: National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2014 (dostęp 25.02.2024)
 78. NWCR Facts National WeightControl Registry; 2014 <http://www.nwcr.ws/Research/default.htm> (dostęp 25.02.2024).
 79. O'Hill J.O., Peters J.C., The importance of energy balance, *European Endocrinology*, 2010 9(2):111.
 80. Olszanecka-Glinianowicz, M.; Mazur, A.; Chudek, J.; Kos-Kudła, B.; Markuszewski, L.; Dudek, D.; Major, P.; Małczak, P.; Tarnowski, W.; Jaworski, P.; et al. Obesity in Adults: Position Statement of Polish Association for the Study on Obesity, Polish Association of Endocrinology, Polish Association of Cardiometabolism, Polish Psychiatric Association, Section of Metabolic and Bariatric Surgery of the Association of Polish Surgeons, and the College of Family Physicians in Poland. *Nutrients* 2023, 15, 1641.
 81. Pagoto SL, Schneider KL, Oleski JL, Luciani JM, BodenlosJS, Whited MC. Male inclusion in randomized controlled trials of lifestyle weight loss interventions. *Obesity* 2012;20: 1234—9.
 82. Pagoto, S. L., & Appelhans, B. M. (2013). A call for an end to the diet debates. *JAMA*, 310(7), 687–688.
 83. Pi-Sunyer X., Astrup A., Fujioka K., Greenway F., Halpern A., Krempf M., et al., A randomized, controlled trial of 3. 0 mg of liraglutide in weight management, *N. Engl. J. Med.*, (2015) 373(1):11–22.
 84. Poveda A., Koivula R.W., Ahmad S., Barroso I., Hallmans G., Johansson I., et al., Innate biology versus lifestyle behavior in the aetiology of obesity and type 2 diabetes: the GLACIER Study, *Diabetologia*, (2016) 59(3):462–471.
 85. Probst YC, Tapsell LC. Computerized dietary assessment interviews: Health professionals and patients' opinions about web communications. *Nutrition & Dietetics* 2012 ;69:56–63.
 86. Reseland JE, Anderssen SA, Solvoll K, Hjermann I, Urdal P, Holme I, Drevon CA. Effect of long-term changes in diet and exercise on plasma leptin concentrations. *Am J Clin Nutr.* 2001 Feb;73(2):240-5
 87. Reseland JE, Anderssen SA, Solvoll K, Hjermann I, Urdal P, Holme I, Drevon CA. Effect of long-term changes in diet and exercise on plasma leptin concentrations. *Am J Clin Nutr.* 2001 Feb;73(2):240-5.
 88. Sacks FM, Bray GA, Carey VJ, Smith SR, Ryan DH, Anton SD, McManus K, Champagne CM, Bishop LM, Laranjo N, Leboff MS, Rood JC, de Jonge L, Greenway FL, Loria CM, Obarzanek E, Williamson DA. Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *N Engl J Med.* 2009 Feb 26;360(9):859-73.

89. Sacks, F. M., Bray, G. A., Carey, V. J., Smith, S. R., Ryan, D. H., Anton, S. D., McManus, K., Champagne, C. M., Bishop, L. M., Laranjo, N., Leboff, M. S., Rood, J. C., de Jonge, L., Greenway, F. L., Loria, C. M., Obarzanek, E., & Williamson, D. A. (2009). Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *The New England journal of medicine*, 360(9), 859–873.
90. Samaha FF, Iqbal N, Seshadri P, Chicano KL, Daily DA, McGrory J, Williams T, Williams M, Gracely EJ, Stern L. A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *N Engl J Med*. 2003 May 22;348(21):2074-81.
91. Sanal E, Ardic F, Kirac S. Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013 Feb;49(1):1-11.
92. Sattar, N., McInnes, I. B., & McMurray, J. J. V. (2020). Obesity Is a Risk Factor for Severe COVID-19 Infection: Multiple Potential Mechanisms. *Circulation*, 142(1), 4–6.
93. Schlesinger, S., Neuenschwander, M., Schwedhelm, C., Hoffmann, G., Bechthold, A., Boeing, H., & Schwingshackl, L. (2019). Food Groups and Risk of Overweight, Obesity, and Weight Gain: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 10(2), 205–218.
94. Schwartz, M. W., Seeley, R. J., Zeltser, L. M., Drewnowski, A., Ravussin, E., Redman, L. M., & Leibel, R. L. (2017). Obesity Pathogenesis: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocrine reviews*, 38(4), 267–296.
95. Simpson SA, Matthews L, Pugmire J, McConnachie A, McIntosh E, Coulman E, Hughes K, Kelson M, Morgan-Trimmer S, Murphy S, Utkina-Macaskill O, Moore LAR. An app-, web- and social support-based weight loss intervention for adults with obesity: the 'HelpMeDoIt!' feasibility randomised controlled trial. *Pilot Feasibility Stud*. 2020 Sep 19;6:133.
96. Six, B. L., Schap, T. E., Zhu, F. M., Mariappan, A., Bosch, M., Delp, E. J., Ebert, D. S., Kerr, D. A., & Boushey, C. J. (2010). Evidence-based development of a mobile telephone food record. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(1), 74–79
97. Stanton R, To QG, Khalesi S, Williams SL, Alley SJ, Thwaite TL, Fenning AS, Vandelanotte C. Depression, Anxiety and Stress during COVID-19: Associations with Changes in Physical Activity, Sleep, Tobacco and Alcohol Use in Australian Adults. *Int J Environ Res Public Health*. (2020) Jun 7;17(11):4065.
98. Sumithran, P., Prendergast, L. A., Delbridge, E., Purcell, K., Shulkes, A., Kriketos, A., & Proietto, J. (2011). Long-term persistence of hormonal adaptations to weight loss. *The New England journal of medicine*, 365(17), 1597–1604.
99. Tchkonina T., Thomou T., Zhu Y., Karagiannides I., Pothoulakis C., Jensen M.D., et al., Mechanisms and metabolic implications of regional differences among fat depots, *Cell Metabolism*, (2013) 17(5):644–656.
100. Teixeira PJ, Going SB, Sardinha LB, Lohman TG. A review of psychosocial pre-treatment predictors of weight control. *Obes Rev*. 2005;6(1):43–65.
101. ter Bogt NC, Bemelmans WJ, Beltman FW, Broer J, Smit AJ, van der Meer K. Preventing weight gain: one-year results of a randomized lifestyle intervention. *Am J Prev Med*. 2009 Oct;37(4):270-7.

102. Tran K.L., Park Y.I., Pandya S., Muliyl N.J., Jensen B.D., Huynh K., Nguyen Q.T., Overview of Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists for the Treatment of Patients with Type 2 Diabetes, *Am. Health. Drug. Benefits.*, (2017) 10(4): 178-188.
103. USDA FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html> (dostęp 25.02.2024).
104. Van der Valk E.S., Akker E.L.T, Savas M., Kleinendorst L., Visser J.A., Van Haelst M.M., et al., A comprehensive diagnostic approach to detect underlying causes of obesity in adults, *Obesity Reviews*, (2019) 20(6):795–804.
105. Vucenik, I., & Stains, J. P. (2012). Obesity and cancer risk: evidence, mechanisms, and recommendations. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1271(1), 37–43.
106. Wadden TA, Foster GD, Letizia KA, Mullen JL. Long-term effects of dieting on resting metabolic rate in obese out-patients. *JAMA*. 1990;264: 707–711.
107. Wadden, T.A.; Butryn, M.L.; Hong, P.S.; Tsai, A.G. Behavioral treatment of obesity in patients encountered in primary care settings: A systematic review. *JAMA* 2014, 312, 1779–1791.
108. West DS, Elaine Prewitt T, Bursac Z, Felix HC. Weight loss of black, white, and Hispanic men and women in the Diabetes Prevention Program. *Obesity* (Silver Spring). 2008 Jun;16(6):1413-20.
109. WHO (2020) Regional Office for Europe. Body mass index – BMI. (s.a.). (dostęp 20.02.2024)
110. WHO (2024) <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (dostęp 20.02.2024)
111. WHO (2021) Global strategy on digital health 2020–2025 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> 2021.
112. WHO (2021) Obesity and overweight <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (dostęp 25.02.2024)
113. Wolfe BL, Smith JE. Different strokes for different folks: why overweight men do not seek weight loss treatment. *Eat Disord* 2002; 10:115—24
114. Wright, S. M., & Aronne, L. J. (2012). Causes of obesity. *Abdominal imaging*, 37(5), 730–732.
115. Yang Q, Mitchell ES, Ho AS, DeLuca L, Behr H, Michaelides A. Cross-National Outcomes of a Digital Weight Loss Intervention in the United States, Canada, United Kingdom and Ireland, and Australia and New Zealand: A Retrospective Analysis. *Front Public Health*. 2021 Jun 10;9: 604937.
116. Yumuk V., Frühbeck G., Oppert J.M., Woodward E., Toplak H., An EASO position statement on multidisciplinary obesity management in adults. *Obes. Facts*, (2014) 7(2): 96–101.
117. Yumuk V., Tsigos C., Fried M., Schindler K., Busetto L., Micic D., Toplak H., European Guidelines for Obesity Management in Adults, *Obes. Facts*, (2015) 8: 402-424.
118. Zhang L, Rashad I. Obesity and time preference: the health consequences of discounting the future. *J Biosoc Sci* 2008; 40:97—113.

11. Spis tabel i rycin

Tabela 1. Charakterystyka wszystkich osób na początku interwencji I z podziałem na grupy BMI.

Tabela 2. Charakterystyka wszystkich osób na początku interwencji I z podziałem na 2 grupy płci.

Tabela 3. Charakterystyka wszystkich osób na początku interwencji II z podziałem na 3 grupy z różnym deficytem.

Tabela 4. Generalna charakterystyka diety.

Tabela 5. Charakterystyka osób na początku interwencji bez podziału na grupy w interwencji I.

Tabela 6. Zmiany masy ciała w grupach BMI na przestrzeni 12 miesięcy w interwencji I.

Tabela 7. Skuteczność 12 miesięcznego programu redukcji masy ciała wyrażona w zmianach wartości BMI.

Tabela 8. Charakterystyka osób badanych na początku interwencji I w podziale na grupy wiekowe.

Tabela 9. Zmiany masy ciała w grupach płci przez 12 miesięcy w interwencji I.

Tabela 10. Zmiany masy ciała w 3 grupach wiekowych na przestrzeni 12 miesięcy w interwencji I.

Tabela 11. Generalna charakterystyka grupy badanej na początku interwencji II.

Tabela 12. Zmiany masy ciała w poszczególnych grupach z deficytem energetycznym na przestrzeni 6 miesięcy w interwencji II.

Tabela 13. Charakterystyka 2 grup badanych biorąc pod uwagę chęć lub brak chęci do dalszej współpracy dietetycznej po interwencji II.

Rycina 1. Protokół korygowania energetyczności diety w czasie trwania całej interwencji żywieniowej.

Rycina 2. Zmniejszenie się obwodu pasa i bioder w 3 grupach deficytu w interwencji II.

12. Dorobek naukowy

Prace badawcze stanowiące rozprawę doktorską

1. Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. Alternative and Online Weight Loss Interventions During Covid-19 Pandemic Lockdown. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*. 2022, 73(2), 147-158.
2. Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study. *Nutrients*. 2022, 14, 3281.
3. Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, 19, 12009.
4. Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online – An Intervention Study. *Food Science & Nutrition*. 2024, 12, 8920–8929.

Pozostałe prace (chronologicznie)

5. Wrzosek M., Woźniak J., Włodarek D. Wpływ cynku, magnezu i witaminy D na stężenie testosteronu u mężczyzn. *Medycyna Sportowa*. 2018 Vol 34 123-134.
6. Wrzosek M., Woźniak J., Kozioł-Kaczorek D., Włodarek D. The assesment of the Supply of calcium and Vitamin D in the Diet of Women Regularly Practicing Sport. *Journal of Osteoporosis*. 2019 vol 1 1-7.
7. Wrzosek M., Woźniak J., Włodarek D. The causes of adverse changes of testosterone levels in men. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism* 2020 vol 15 1-23.
8. Wrzosek, M., Woźniak, J., Włodarek, D. The Combination of a Diversified Intake of Carbohydrates and Fats and Supplementation of Vitamin D in a Diet Does Not Affect the Levels of Hormones (Testosterone, Estradiol, and Cortisol) in Men Practicing Strength Training for the Duration of 12 Weeks. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 8057.
9. Wrzosek M., Woźniak J., Włodarek D. The effect of high-fat versus high-carb diet on body composition in strength-trained males. *Food Sci Nutr*. 2021;9:2541–2548.

Doniesienia konferencyjne

1. Woźniak J.: Jak dietą i sportem wspomagać odchudzanie nie szkodząc cukrzycy? Konferencja III Warszawskiego Dnia Diabetologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego Warszawa, 25.11.2017
2. Woźniak J.: Wrzosek M. Włodarek D.: Wpływ cynku, magnezu i witaminy D na stężenie testosteronu u mężczyzn uprawiających sport. Konferencja I Poznańskiego Naukowego Kongresu Dietetyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu 27-28.05.2018
3. Woźniak J.: Wrzosek M. Włodarek D.: Wpływ podaży makroskładników odżywczych i wartości energetycznej diety na stężenie testosteronu u mężczyzn uprawiających sport. Konferencja I Poznańskiego Naukowego Kongresu Dietetyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu 27-28.05.2018

4. Woźniak J. Włodarek D.: Wpływ BMI na tempo spadku masy ciała na przestrzeni 12 miesięcy w interwencji online. Konferencja dla Młodych Naukowców Online: DND X 24-26.06.2022
5. Woźniak J. Włodarek D.: Wpływ wieku i płci na skuteczność 12 miesięcznego programu redukcji masy ciała prowadzonego online. Konferencja Fizjologiczne Uwarunkowania Postępowania Dietetycznego. Warszawa, 17-18.11.2022

Odbyte staże naukowe

1. Staż naukowy w poradni dietetycznej on-line Respo w Warszawie ul. Chmielna 73 w dniach 30.06.2023 – 05.08.2023 r.

13. Publikacje stanowiące rozprawę doktorską wraz z oświadczeniami współautorów

ALTERNATIVE AND ONLINE WEIGHT LOSS INTERVENTIONS DURING COVID-19 PANDEMIC LOCKDOWN

Jakub Woźniak¹, Katarzyna Garbacz², Olga Wojciechowska², Dariusz Włodarek¹

¹Department of Dietetics, Institute of Human Nutrition Sciences,
Warsaw University of Life Sciences, Poland

²Centrum Respo, Warsaw, Poland

ABSTRACT

The problem of obesity is affecting an increasing number of people worldwide. The COVID-19 pandemic and the required social distancing, which make it impossible to see a dietitian, present new challenges and require the development of new ways of working with overweight individuals. Based on research and practice, dietetic services are beginning to shift from in-office consultations to a form of online consultation using mobile apps and websites. This literature review aims to critically analyze the scientific evidence for the effectiveness of interventions targeting weight loss in overweight or obese individuals focusing on behavioral and online interventions. The data from the presented studies suggest that the effectiveness of online interventions to control body weight is high enough to be used in nutritional education and in weight reduction or maintenance. The main advantage is a wide access to them for the public.

Key words: *obesity, Covid-19 pandemic, nutritional education, online dietetic consultations, online body weight interventions, weight loss*

STRESZCZENIE

Problem otyłości dotyka coraz większej grupy ludzi na całym świecie. Pandemia COVID-19 oraz narzucony dystans społeczny, uniemożliwiający spotkanie z dietetykiem, stawiają przed nami nowe wyzwania i wymagają wypracowania nowych sposobów współpracy z osobami z nadmierną masą ciała. W oparciu o badania naukowe i praktykę usługi dietetyczne zaczynają przechodzić z konsultacji stacjonarnych na formę konsultacji on-line, wykorzystując aplikacje mobilne i strony internetowe. Ten przegląd literatury ma na celu krytyczną analizę dowodów naukowych na skuteczność interwencji ukierunkowanych na zmniejszenie masy ciała u osób z nadwagą lub otyłością skupiając się na interwencjach behawioralnych i interwencjach online. Dane z przytoczonych badań sugerują, że skuteczność interwencji internetowych w celu kontroli masy ciała jest wystarczająco wysoka, aby opłacać się zarówno w edukacji żywieniowej, jak i redukcji czy utrzymaniu masy ciała. Główną zaletą konsultacji internetowych dla społeczeństwa, jest szeroki do nich dostęp.

Słowa kluczowe: *otyłość, pandemia Covid-19, edukacja żywieniowa, dietetyczne konsultacje online, zmniejszenie masy ciała, interwencje online*

INTRODUCTION

The problem of obesity is affecting an increasing number of people worldwide. In 2016, 1.9 billion adults struggled with being overweight and of those, 650 million were obese. Additionally, as reported in a 2019 report, 38.2 million children under the age of 5 are overweight or obese - a number that is estimated to continue to rise for children as well as adults [1]. In many countries, interventions to inhibit the spread of Coronavirus disease 2019 (COVID-19) have led to a worsening of the economic situation in society.

This is in turn reflected in worsening socio-economic inequality as in any financial crisis [2]. Considering the relationship between the economic status of societies and the risk of obesity, it can be suspected that the epidemic of obesity and its associated diseases will grow even faster [3]. One of the explanations for this trend is the preference of people with lower economic status for cheaper, energy-rich, tasty and easily accessible foods, and these types of foods promote the risk of obesity [4, 5]. Interestingly, a review paper published in *Obesity Reviews* in 2021 argues that top-down interest in solving the obesity problem is

Corresponding author: Jakub Woźniak (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8190-8659>), Department of Dietetics, Institute of Human Nutrition Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska 166, Warsaw, Poland, tel. +48 516 245 572, e-mail: Jakub_Wozniak@sggw.edu.pl

© Copyright by the National Institute of Public Health NIH - National Research Institute

higher the more the public perceives obesity as an environmental rather than an individual problem. This paper highlights the need to support non-stigmatizing policies about obesity to contribute to a broader discussion of the problem [6]. In addition, it is worth noting that the isolation imposed by many countries promotes reduced spontaneous and planned physical activity. Since the first quarter of 2020, fitness clubs and other places for physical activity have been closed either periodically or permanently. There are many scientific publications confirming the positive impact of an increased physical activity on reducing the risk of obesity [7, 8, 9]. For the prevention of overweight and obesity, 2.5 h per day of energy expenditure in the form of Non Exercise Activity Thermogenesis (NEAT) (e.g. standing, moving, walking) is recommended. Increasing NEAT as a means of weight maintenance may also have a positive effect on metabolic adaptation resulting from a low-calorie diet and provide an alternative method of weight control [10]. Interestingly, to date, there is a lack of strong evidence that obesity risk is associated with consumption of a particular food group. A 2019 meta-analysis analyzing the results of studies examining the association between intake of given food groups and obesity risk found that the results of the correlations provided very low or low-quality evidence that certain foods affect obesity risk. At the same time, the authors point out that research in this direction should continue, as we have hypotheses that support this relationship [11].

Increased psychosocial insecurities and thus increased levels of psychological stress in the population may also be related to an increased obesity risk. *Bjorntorp's* [12] work found that psychosocial reactions to stress promote an increased energy intake with diet. Additionally, individuals with limited social interactions are more likely to develop obesity [13]. The above hypotheses appear to be supported by the first work analyzing the physical well-being of individuals affected by COVID-19 restrictions [14]. In a study involving 183 subjects, an increase in body weight of 0.63 ± 3.7 kg was observed in 49.18% as a result of decreased physical activity and increased food intake. In addition, a decrease in PAL was observed from 1.64 ± 0.15 to 1.58 ± 0.13 , as well as changes in the amount of food and specific food groups consumed, including alcohol [15]. The problem of obesity is not only associated with an increased mortality or disease risk. *Kolotkin and Andersen* [16], based on a meta-analysis of studies, demonstrate an association between an increased body mass index (BMI) and decreased health-related quality of life (HRQoL). In addition, this relationship was also demonstrated after bariatric surgery, after which weight loss in the subjects was associated with a significant improvement in this indicator of life satisfaction.

In conclusion, there are many indications of the growing problem of obesity in the world. Due to this trend, it seems necessary to develop effective methods of treatment and prevention of obesity in the world and research in this direction should be a priority [17]. The possible increase in the pandemic of obesity seems to have a clear connection with the lockdowns that are taking place, which indicates the need to look for more and better ways to help people with excessive body weight to reduce it and maintain it at an optimal BMI level. This literature review aims to critically analyze the scientific evidence for the effectiveness of interventions targeting weight reduction in overweight or obese individuals.

MATERIALS AND METHODS

Scientific publications developed in English published between 2000 and 2021 were used for data analysis using databases: PubMed, Google Scholar, Medline, Scopus and Web of Science. The following keywords combined with operators NOT, OR, AND were used: Intervention, Randomization, Adults, Humans, Energy Restriction, Reduction energy, Lose weight, Lose fat, Overweight, Online, Computer study, Nutrition, Diet, Health promotion, Health behavior, Obesity surgery, Obesity treatment.

Articles published in peer-reviewed scientific journals were included in the review. Two reviewers independently assessed articles for inclusion in the review, initially based on title and abstract. Full texts were then retrieved and evaluated for inclusion.

Inclusion criteria were intervention studies or original literature reviews as well as systematic reviews of the literature on the prevention and treatment of obesity bringing new and innovative insights into the latest tools aimed at supporting weight loss. The papers published prior to 2000 on patients, pregnant and lactating women, children, and adolescents were excluded. After analysis of 940 abstracts and publication titles, 230 papers were included in the further stages of the review. After the analysis of full texts of articles, 115 scientific papers were finally included in the review.

OBESEITY AS A DISEASE

Obesity has become one of the major concerns for public health in recent decades. It is associated with increased morbidity and mortality. It is a strong risk factor for various disorders including coronary heart disease, type 2 diabetes mellitus, arterial hypertension, dyslipidemia, sleep apnea or different types of cancer, including colon, breast, gallbladder, endometrium, kidney and liver [18, 19, 20, 21]. Recently, there are numerous reports of obesity as a risk of severe

COVID-19 infection and increased mortality in obese individuals [22, 23, 24].

Obesity is described by the World Health Organization (WHO) as an excessive fat accumulation that may endanger health [25]. The Obesity Society in their 2018 Position Statement acknowledged obesity as a chronic disease [26]. Society recognised it as a risk factor of other disorders as well as serious and threatening condition on its own. The pathology of the disease is mainly linked with abnormal nutritional behaviour. It is correlated with a positive energy balance, in which energy intake is greater than energy expenditure, causing weight gain [27]. However, obesity could also occur as a secondary cause of genetic, hypothalamic or endocrine diseases [28, 29]. Moreover, iatrogenic obesity could also be identified, most commonly induced by medications [30].

Weight gain is promoted by positive energy balance which is caused by an increased food intake, decreased level of physical activity or both. Disturbed food consumption is a consequence of increased hunger or decreased satiety. Subcortical structures of the brain, which control appetite, are being influenced by environmental factors such as food availability, accessibility of calorie-dense products, taste, marketing, advertising of specific types of foods [31]. Although, the pathology of obesity is also linked to a certain degree of genetically determined susceptibility. Similar genetic components participate in the distribution of fat, overall body composition and visceral fat deposition after a period of excessive food consumption [32].

Adiposopathy is recognised as a basis of primary obesity. It is defined as anatomic and/or functional disturbances of adipose tissue, which results in abnormal endocrine and immune responses [33, 21]. Visceral adiposity, adipocyte hypertrophy and secretion of leptin and pro-inflammatory mediators by the adipose tissue are sustaining the state of adiposopathy. Metabolic and hormonal changes contribute to the insulin resistance that is often present in obese individuals [34, 35]. Therefore, obesity may lead to the dysregulation of the metabolic pathways. The presence of pro-inflammatory proteins could induce a low-grade systemic inflammatory state [36]. Disruption of metabolic homeostasis contributes to the development of atherosclerosis, hypertension, dyslipidemia, type 2 diabetes mellitus, hyperandrogenemia [37].

Excess lipids are stored mostly as subcutaneous adipose tissue. Visceral adipose tissue is additional storage for lipids [38]. Visceral adipose tissue has a stronger link to metabolic disturbances in obese individuals than subcutaneous adipose tissue [39]. Adipose tissue located around kidneys may lead to

increased renal compression, resulting in elevated blood pressure. Therefore, hypertension is often observed in obese patients [40]. An increase of pharyngeal soft tissues may disturb the function of the airways leading to obstructive sleep apnea [41]. Elevated intraabdominal pressure caused by the visceral adipose tissue has a harmful effect on the oesophagus, causing gastroesophageal reflux disease or *Barrett's* oesophagus [42]. Excessive weight also puts a mechanical load on joints, hence increased risk of osteoarthritis in obese individuals [43].

The most common method of diagnosing obesity is body mass index (BMI). The index helps to determine healthy or abnormal body weight, taking into account the height and weight of an individual. For most adults, BMI between 18.5 kg/m² and 24.9 kg/m² is considered to be a healthy weight. BMI >25 kg/m² is categorised as overweight and BMI >30 kg/m² as obese [25]. Although BMI is a useful tool in public health, it has its limitations. As an indirect measure, it relies only on height and weight and it does not include the percentage of body fat of body composition. BMI does not include changes that occur during ageing when the proportion between fat mass and free fat mass increases [44, 45, 46, 47].

As the world prevalence of obesity is increasing every year, it requires urgent attention and action. Therefore, the proper diagnosis and treatment of obesity are key in reducing the risk of numerous comorbidities and premature death [48].

TREATMENT OF OBESITY

When prevention of obesity fails, treatment is needed. Several treatment strategies might help lose weight and reduce the risk of health consequences of obesity. The most common strategies of treating obesity include dietary modification, increased physical activity, pharmacotherapy and in some cases surgical procedures. European Guidelines point out that the aim for obesity management should not be focused only on weight (and therefore BMI) reduction. Modifications in body composition, as well as waist circumference, must be targeted when dealing with obesity. The main focus should be on maintaining the current level of fat-free mass with a simultaneous decrease in fat mass. Moreover, the treatment aims should include also improvement in the quality of life and general well-being of obese individuals [49].

Dietary modification

British National Institute for Health and Care Excellence (NICE) in their clinical guidelines clearly indicate that the diet modifications should be acknowledged food preferences, health status, lifestyle. Individual approach to diet and calorie

reduction is emphasised. Nutritionally unbalanced and restrictive diets are not recommended as they are not effective and could pose a health threat [50]. A weight-loss diet must provide less energy than is required for daily maintenance. Guidelines published by the American College of Cardiology, American Heart Association and The Obesity Society recommend an energy deficit of 500 to 750 kcal/day and an average loss of 0.5 to 0.75 kg/week [51]. Weight loss goals should be manageable and realistic, hence 5–7% of body weight within 6 months is considered achievable [52]. Very low-calorie diets (800 kcal/day or less) are not recommended as a typical weight loss strategy [50]. They should be employed as a part of a complex weight management strategy and clinically justified, usually before surgical procedures [53]. According to the American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology (AACE/ACE), total energy intake is the main component of every weight-loss intervention. In their Clinical Practice Guidelines for Medical Care of Patients with Obesity is been acknowledged that the macronutrient composition of the patient's diet is not an important factor. However, it is believed that in some cases, modifying macronutrient compositions could be useful. That could include overall adherence to the diet, the level of satiety, metabolic profile or other clinical outcomes and risk factors [54].

In addition to reducing energy, some dietary patterns seem to offer other health benefits apart from weight loss. American Heart Association reviewed that a balanced, weight loss diet should focus on non-processed foods like vegetables (excluding potatoes), fruits, nuts, seeds, legumes, whole grains, lean dairy and vegetable oil. The diet should limit the amount of processed or red meat, refined grains, salt and added sugars. Healthy weight-loss diets are high in fiber and micronutrients but low in glycemic index and saturated fat content [55]. The diet content is important for health reasons; however, the specific distribution of macronutrients seems to be irrelevant in weight loss. A meta-analysis including 48 randomized trials and 7286 overweight or obese individuals was designed to determine weight loss outcomes based on the macronutrient composition of popular diets [56]. Significant weight loss was achieved both with low-fat and low-carbohydrate diets. The difference between weight loss was not significant. The author suggests that any diet would be a successful weight loss diet if only there was an individually calculated calorie reduction.

Physical activity

Physical activity is a key component of a healthy lifestyle. WHO general recommendations for the adult population advise at least 150 minutes of moderate-

intensity or at least 75 minutes of vigorous-intensity physical activity during the week [57]. AACE/ACE also endorse an increase in nonexercised and active leisure activity as a manner of reduction of sedentary behaviour [54]. However, current physical fitness and ability as well as a general condition should be taken into consideration. Obese individuals should gradually increase their amount of physical activity [50]. Sometimes, the involvement of a physiologist or other certified professional should be taken into consideration as a part of an individualised training plan [54]. A randomized trial among 439 overweight and obese women determined that diet and exercise interventions individually affected weight loss [58]. However, the most significant effects were observed when the dietary modification and physical activity were combined. Sixty per cent of participants achieved $\geq 10\%$ weight loss at 1 year. Apart from the weight loss itself, regular physical activity could reduce blood pressure, lipid concentrations or improve glycemic control [59].

Pharmacotherapy

NICE guidelines recommend that pharmacological intervention should be considered if dietary, exercise and lifestyle approaches have been evaluated [50]. European Association for the Study of Obesity recommended drug treatment of obesity for people with a BMI ≥ 30 kg/m² or a BMI ≥ 27 kg/m² with an obesity-related disease [60]. Medications should be introduced to obesity management when there is a history of failed, not clinically meaningful weight loss ($>5\%$ of total body weight) and to sustain lost weight [61]. Three medications have been approved in the European Union: Orlistat, Liraglutide and Naltrexone SR/ bupropion SR [62]. Orlistat is a lipase inhibitor that reduces dietary fat uptake in the small intestine by about 30%. On average about 3.8 kg above placebo weight reduction was observed during clinical trials [62]. The common side effects of the medication are intestinal disturbances like fatty stool, diarrhea, increased defecation and discomfort [63]. Liraglutide is one of glucagon-like peptide-1 (GLP-1) receptor agonists. A randomized, controlled trial of liraglutide in weight management was associated with decreased body weight [64]. 3.0 mg Liraglutide injections along with diet and exercises resulted in at least 5% loss of total body weight in 63.2% of participants. Meanwhile, only 27.1% of individuals from the placebo group lost 5% or more of their total body weight. However, the main drawbacks of the medication are the price and form of administration [63]. Moreover, many clinical studies show that other GLP-1 receptor agonists therapy results in glycosylated hemoglobin (HbA1c) level reduction and weight loss. Also, they may contribute to the decrease of blood pressure [65].

In the United States, there are currently five GLP-1 receptor agonists available: exenatide, liraglutide, albiglutide, dulaglutide and lixisenatide [66]. A recent meta-analysis included nine studies of GLP-1 agonists therapy (exenatide or liraglutide) in children with type 2 diabetes and obesity. Compared to placebo, GLP-1 agonist intervention reduced HbA1c by 0.30%. The most noticeable effect was observed in prediabetic children. Also, the GLP-1 agonists intervention caused a 2.74 kg weight decrease. In the study, GLP-1 agonists were described as efficacious in treating children with obesity and/or type 2 diabetes and the effect sizes were comparable with those observed in adult-focused studies [67].

Bupropion/naltrexon is a combination of a mild reuptake inhibitor of dopamine and norepinephrine and an opioid antagonist. The drug is responsible for reducing appetite and food cravings. It could possibly elevate the blood pressure, so it is not recommended for patients with hypertension [68].

Surgical procedures

Surgical treatment of obesity has been recently growing in popularity as a treatment option for severe obesity. NICE inclusion criteria for bariatric surgery are: BMI of 40 kg/m² or more or between 35-40 kg/m² and other significant disease that could be improved if a person lost weight [50]. Main bariatric procedures are adjustable gastric banding, sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass [63]. Obese patients who consider undergoing bariatric surgery should be fully aware and informed about possible risks and benefits. Data from 2020 indicates, that the perioperative mortality rates range from 0.03% to 0.2%, which has significantly improved since the beginning of the century [69].

BEHAVIORAL INTERVENTIONS

Concept of motivational dialogue and lifestyle change

Recently, studies taking into account the psychological aspect are an increasingly common response to the problem of obesity. Improving self-efficacy and working on psychological changes in eating habits are essential to successfully and permanently rid oneself of obesity [70, 71, 72, 73]. It has been suggested that a combination of motivational dialogue, a behavior change technique, along with cognitive behavioral therapy can lead to improved eating behaviors [74, 75]. In a randomized controlled trial involving 816 male blue-collar and white-collar workers in the construction industry with an increased risk of cardiovascular disease (CVD), a lifestyle change intervention was introduced. The intervention consisted of individual counseling using motivational

interviewing techniques and lasted 6 months. During this time, study participants participated 3 times in a 45-60 minute conversation with a physician during an appointment and 4 times for 15-30 minutes each through a telephone conversation. During the interview, the interviewer used motivational interviewing (MI) techniques such as asking open-ended questions, attentive listening, or raising causality in the subject. Participants in the control group received usual care, consisting of brief oral or written information from an occupational physician about their risk profile, based on the results of periodic screening tests. Both study groups had an access to the same educational materials on physical activity, healthy eating, and cardiovascular disease. After 6 months, a positive effect was noted in terms of healthy snack choices and increased fruit consumption in the intervention group. In addition, this group had significantly less smoking problem within 6 months after the intervention. However, in the longer term, i.e., 1 year after the intervention, this effect was not maintained and there was no longer a difference in adherence to beneficial lifestyle modifications between the groups [76].

The researchers had a different observation when they wanted to see if a healthy lifestyle motivation program had a better impact than standard care after cardiac rehabilitation was completed. The program was based on self-regulation principles and consisted of a motivational interview, 7 group sessions, and homework assignments. The lifestyle intervention program was associated with a 12% reduction in cardiac hospitalizations in the intervention group at 15 months after the study than in the group without the intervention. At the same time, the researchers found that the effect of lifestyle change was diminishing over time, which may suggest that this type of intervention should take place on a continuous or cyclical basis to influence subjects' behavior throughout their lifespan [77]. Similar findings were made by Martens et. al. who in their study observed a positive effect of MI on increasing physical activity in students reporting low levels of physical activity (PAL). However, they also emphasize that this type of motivation may be short-lived [78].

The concept of self-control

In interventions exploring the concept of self-control, the subjects are asked to self-control their eating behaviors. Self-control can increase subjects' awareness of health-promoting behaviors. However, it is also worth mentioning that studies of this type are difficult to evaluate and monitor, because their results are usually reported by the subjects themselves on a declarative basis [79]. A different approach was shown by the researchers Wang et al. who in their study wanted to see which strategy was better in terms

of achieving a reduction in excess body weight. They compared the effectiveness of self-control of subjects who self-reported their weight loss results during a 12-month dietary intervention (PR) and self-control using automated report reminders through personal digital assistants (PDAs). Both groups followed a similar dietary intervention, which was based on an energy deficit diet at the same level. The study found that both PR and PDA were significant factors in weight loss. Additionally, the use of automatic reminders that the PDA group had access to, increased the effectiveness of weight loss during the intervention and adherence to the recommended level of physical activity. In their conclusions, the authors also point to the need for the development of further technologies to aid in the monitoring of diet and physical activity in weight loss, such as phone apps and smart watch devices [80]. Similar observations were noted in numerous studies analyzing the relationship between self-control and successful weight loss [81, 82, 83, 84, 85, 86].

Setting goals

The first premise of working with a patient during a dietary intervention is to set a goal to work toward. The goal should be time-bound, measurable, attainable, and challenging. Additionally, and most importantly in a dietetic intervention, goal achievement should be linked to the development of a new eating habit and lifestyle change [87]. Tools to monitor adherence to goals are an extremely important part of dietetic collaboration and the evaluation of goal achievement and setting new goals is the essence of the dietitian's work, because goal achievement leads to changes in eating habits [88]. It is believed that setting an appropriate strategy is extremely important in effective dietetic collaboration, and goal setting itself is individual and requires good knowledge of the patient. However, it is emphasized that the goal-setting strategy is one of the most important behavioral strategies a nutrition professional can use [89]. Behavioral interventions aimed at weight loss are themselves effective and an appropriate tool to combat the problem of obesity [90].

ONLINE INTERVENTIONS

With the rapid development of web-based applications and the online model of healthcare delivery, consultations in the field of dietetics are also undergoing a restructuring [91]. The COVID-19 pandemic, through which some dietetic brokering services have moved to the online sector, has also had a not insignificant impact [92]. Moreover, recent studies conducted during the COVID-19 pandemic in Poland as well as in other countries indicate that

during the lockdown period body weight increased in the study groups [93, 94, 95]. Taking this into account, it seems that online nutritional counseling is a very good solution.

Telemedicine is the delivery of healthcare services using information and communication technology when the healthcare professional and the patient are not in the same location. Telemedicine uses the transmission of data, medical information, necessary for prevention, treatment, and health monitoring of the patient [96].

Based on research and practice, dietetic services are beginning to shift from in-office consultations to a form of online consultation using mobile apps and websites. To counter it, the global problem of obesity development needs interventions that can be implemented on a large scale and will be easily accessible to the patient [97]. In recent years, there has been an increased trend of implementing web-based technologies for disease detection, prevention, treatment, and health promotion [98]. E-health, or electronic health, is defined as "the use of information and communication technologies, particularly the Internet, to improve health and health care" [99].

With web-based technology, dietitians can effectively collect patient data, develop nutrition plans, communicate with patients, and monitor the effects of dietary intervention [100, 101, 102]. Coordinating this information in a single platform promotes patient nutrition awareness, provides rapid feedback in the patient-dietitian relationship, or enables dietary changes to be made based on individualized recommendations from a professional [103, 104].

The study by Chung et al. evaluated the effectiveness of online dietary consultation (teledietetics) versus inpatient services in reducing weight over 24 weeks and the costs associated with weight loss. Fifty subjects aged 20 to 50 years with a BMI greater than or equal to 23 kg/m² participated in the study. Each group consisted of 25 participants. One group received inpatient dietary counseling and the other group received online dietary counseling. All participants received the intervention for 12 weeks and follow-up for another 12 weeks. The inpatient consultation group received 1- 1.5 hours of dietary counseling once a week and recorded their food intake in a food diary. In contrast, the online consultation group received a total of 6 hours of nutrition training, individualized feedback from the dietitian, and recorded their food intake on an online platform. After 6 weeks of intervention, body weight and body fat were found in the inpatient consultation group. At week 12, however, weight and body fat reduction were significantly higher in the online consultation group, 5.1 kg vs. 4.5 kg and 3.97 kg vs. 2.38 kg, respectively. However, the differences were not statistically significant. At week

24 of the study, a statistically significant difference was noted between the groups in favor of online counseling. In terms of costs of the two forms of nutrition counseling, it was observed that the direct costs of 1% weight loss and 1% body fat loss were \$28.24 for inpatient consultation and \$17.09 for online consultation. This indicates that online nutrition counseling is more cost-effective and more effective in the long run than inpatient counseling [105].

iDiet WL (*iDiet weight loss*) is a commercial weight loss program. Data from 644 individuals enrolled in an 11-week group program focusing on weight loss were analyzed. The program was delivered through weekly hour-long group meetings that included nutrition education, weight management, support, and discussion. Participants were able to communicate with the participants and leader and report their measurements on a website. Data for analysis were collected from programs conducted in the workplace, individually created groups, or online video conferences. The mean initial BMI was $32.4 \pm 7.1 \text{ kg/m}^2$. Results indicated that videoconference participants, older adults, and self-registrants to groups were more likely to report their results. However, after 11 weeks, % weight loss was not associated with initial BMI, gender, or videoconferencing when comparing to the inpatient groups. After 11 weeks, the average weight loss was 7.4 kg, with 74% of participants achieving a 5% weight loss. Study participants had significant clinical weight loss, which encourages wider implementation of the iDiet program both inpatient and online [106].

The effectiveness of online health and nutrition interventions in older adults was examined by *Batsis et al.* [107] in an observational study. The primary objective of the study was to assess the acceptability and feasibility of web-based intervention methods for weight management in older adults with obesity. The study included 142 subjects equal to or greater than 65 years of age residing in a community-based facility. The duration of the study was 6 months (October 2018 to May 2019). Study participants had a BMI equal to or greater than 30 kg/m^2 . The intervention consisted of weekly video consultations with a dietitian, consisting of behavioral therapy and dietary calorie restriction. Additionally, participants had twice-weekly exercise classes with physiotherapists, which were also conducted online (video consultations). Participants in the study used a “Fitbit Altra HR” device to monitor activity. After 6 months of intervention, a mean weight loss of $4.6 \pm 3.5 \text{ kg}$ was observed. In terms of fitness, improvements were noted, among others, in participants’ sitting and standing up. The results indicate that an online technology-based intervention for health improvement (weight loss) is acceptable and possible for older adults with obesity. It addresses

both effectiveness in weight loss and improvement in physical performance [107]. The effectiveness and feasibility of dietary counseling with the help of apps was also tested by Swiss researchers. With the technology developed by Ovia company for dietitians, serving advice to overweight and obese patients, a study was conducted with 36 women and 7 men. After the entire intervention period (12 weeks), statistically significant differences were noted in median weight change, BMI, waist circumference. There were also changes in dietary habits including an increase in the frequency of vegetable, fruit and breakfast intake and a decrease in the frequency of consumption of sweets, fat and alcohol [108].

A systematic review of randomized controlled trials was conducted on the effectiveness of online interventions for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults. Eighty-four studies were included in the analysis, with 183 intervention groups, 76% ($n=139$) of which included an online intervention. Online interventions were delivered via the Internet, using email, monitoring devices, mobile apps, software programs, personal digital assistants, and podcasts. Sixty-one studies were designed to reduce weight, 10 to maintain current weight, and 8 were designed to prevent weight gain, while 5 were designed to lose and maintain weight. Meta-analyses indicate significantly greater weight loss (kg) in teleconsultation interventions aimed at weight reduction compared with control groups where counseling was provided in a face-to-face manner. The data collected support the effectiveness of using online interventions as a treatment option for obesity. However, there is still insufficient evidence for their effectiveness in maintaining reduced body weight and preventing weight gain [109].

Researchers came to similar findings in another meta-analysis, confirming the effectiveness of online nutritional counseling in decreasing BMI in obese adults with hypertension and/or type 2 diabetes [110]. They considered 25 randomized control trials with intervention lengths ranging from 9 weeks to 2 years. They found significant differences in BMI changes between the intervention groups using online counseling and the control groups. However, the researchers suggest that the telemedicine intervention should last longer than six months and note that it is important to observe the patient after the intervention ends.

A meta-analysis by *Beleigoli et al.* [111] also examined the effectiveness of online versus non-technology health interventions on weight loss and lifestyle change in overweight and obese individuals. Eleven studies were included in the analysis and showed that weight and BMI changes differed between online and offline counseling. Online interventions

led to greater short-term weight reduction, but not long-term weight reduction. However, heterogeneity between groups was a problem in the evaluation. It was also indicated that the commitment is one of the problems with online interventions [111].

Similar findings were reached recently in 2021 by researchers evaluating the effectiveness of weight loss in an online intervention in various countries - the United States, the United Kingdom and Ireland, Canada, Australia, and New Zealand. After 16 weeks, the study participants' body weight dropped between 3% and 3.7% in all regions. The researchers also found preliminary support for the premise that online nutrition interventions developed in one country can be applied globally across countries, despite differences in attitudes toward eating and physical activity [112].

An interesting study was conducted in France. Its objectives were to evaluate the impact of a nationwide lockdown (during the COVID-19 pandemic) in France on weight loss and changes in body composition in individuals participating in a weight loss program, and to assess the impact of an online consultation on adherence to a program focusing on weight loss. This was a prospective multicenter cohort study involving individuals participating in the program over a period of two to six months. 1550 individuals completed the remote weight loss program. The median weight loss was 4.4 kg in those with online services and 1.4 kg in those without consultation, a difference was statistically significant. The study demonstrates the effectiveness of the online intervention in a nationwide lockdown setting [113].

Social support also plays an important role in the effectiveness of excessive weight loss. Simpson et al. [114] examined the acceptability of an intervention based on the use of an app, an online network, and social support in obese adults in an effort to lose weight. The study included 109 individuals with BMI $\geq 30 \text{ kg/m}^2$, 73 individuals in the intervention group and 36 individuals in the control group. The focus was on assessing 3 main parameters - BMI, diet and physical activity. The intervention group had access to the HelpMeDoIt! app and website for 12 months. The website provided evidence-based information on weight loss, goal setting and monitoring, and advice on using social support from relatives. In contrast, the app gave participants the ability to set weight loss goals, monitor progress, and invite people to support them. The control group received a healthy lifestyle pamphlet. All participants were able to further access other available sources of knowledge about lifestyle changes or support. Data after the 12-month intervention indicated that HelpMeDoIt promoted social support to weight loss. Support and progress monitoring were key elements for study participants. 61% of goals created by participants in

the app were met. The average percentage weight loss for those in the intervention group was -3.2% and for the control group was -2.3%. The study indicates that a novel social support intervention, in the form of an app and website, can promote the pursuit of healthy weight and is feasible and acceptable to people [114]. Other researchers testing the effectiveness of online health interventions on health behaviors have reached similar conclusions. They noted the great potential of online interventions for engagement and achievement of stated goals. Developing and evaluating online interventions poses new challenges and new versions of old challenges that require improved and perhaps entirely new research and evaluation methods. Future health economic analyses must recognize and model the complex and potentially far-reaching costs and benefits of digital interventions [115].

CONCLUSIONS

Data from the aforementioned studies suggest that the effectiveness of online interventions for weight control is high enough to be worthwhile for both nutrition education and weight reduction and/or maintenance. Limitations associated with inpatient nutrition interventions such as time consuming, costs can be overcome by introducing the possibility for patients to benefit from online interventions with similar effectiveness. Online nutrition consultation also has the advantage of wide access to the public. Both forms of intervention should be considered for health-promoting lifestyle modification of patients.

Data availability

No data were used to support this review paper.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Funding statement

This paper was not funded.

REFERENCES

1. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> 2021.
2. Iversen, T. & Soskice, D. Democracy and prosperity: Reinventing capitalism through a turbulent century (Princeton University Press, 2019).
3. Schwartz MW, Seeley RJ, Zeltser LM, Drewnowski A, Ravussin E, Redman LM, Leibel RL. Obesity Pathogenesis: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev.* 2017 Aug 1;38(4):267-296.
4. Darmon, N., Drewnowski, A. Does social class predict diet quality? *Am. J. Clin. Nutr.* 2008;87:1107–1117.

5. Kim TJ, von dem Knesebeck O. Income and obesity: what is the direction of the relationship? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2018 Jan5;8(1):e019862.
6. Hill B, Bergmeier H, Incollingo Rodriguez AC, Barlow FK, Chung A, Ramachandran D, Savaglio M, Skouteris H: Weight stigma and obesity-related policies: A systematic review of the state of the literature. *Obes Rev*. 2021 Sep 9. e13333.
7. Chin SH, Kahathuduwa CN, Binks M: Physical activity and obesity: what we know and what we need to know. *Obes Rev*. 2016 Dec;17(12):1226-1244.
8. Jakicic JM, Davis KK: Obesity and physical activity. *Psychiatr Clin North Am*. 2011 Dec;34(4):829-40.
9. Ho SS, Dhaliwal SS, Hills AP, Pal S: The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public Health*. 2012 Aug 28;12:704.
10. Hopkins M, Blundell J, Halford J, King N, Finlayson G: The Regulation of Food Intake in Humans. 2016 Mar 30. Endotext [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000-. PMID: 25905169.
11. Schlesinger S, Neuenschwander M, Schwedhelm C, et al.: Food Groups and Risk of Overweight, Obesity, and Weight Gain: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies. *Adv Nutr*. 2019;10(2):205-218.
12. Bjorntorp, P.: Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities? *Obes. Rev*. 2001;2:73-86.
13. Kim, D., Subramanian, S. V., Gortmaker, S. L. & Kawachi, I.: US state- and county-level social capital in relation to obesity and physical inactivity: a multilevel, multivariable analysis. *Soc. Sci. Med*. 2006;63:1045-1059.
14. Yang J, Hu J, Zhu C: Obesity aggravates COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *J Med Virol*. 2021 Jan;93(1):257-261.
15. Dobrowolski H, Włodarek D: Body Mass, Physical Activity and Eating Habits Changes during the First COVID-19 Pandemic Lockdown in Poland. *Int J. Environ Res Publ Health*. 2021;18(11):5682.
16. Kolotkin RL, Andersen JR: A systematic review of reviews: exploring the relationship between obesity, weight loss and health-related quality of life. *Clin Obes*. 2017 Oct;7(5):273-289.
17. Stevens GA, Singh GM, Lu Y, Danaei G, Lin JK, Finucane MM, Bahalim AN, McIntire RK, Gutierrez HR, Cowan M, et al.: National, regional, and global trends in adult overweight and obesity prevalences. *Popul Health Metrics*. 2012;10:22.
18. Vucenik I, Stains J.P.: Obesity and cancer risk: evidence, mechanisms, and recommendations, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2012 1271(1):37-43.
19. Chrostowska M., Szyndler A., Hoffmann M., Narkiewicz K.: Impact of obesity on cardiovascular health. *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab*. 2013;27(2):147-56.
20. De Pergola G., Silvestris F.: Obesity as a major risk factor for cancer. *J. Obes*. 2013;291546.
21. De Lorenzo A., Gratteri S., Gualtieri P., Cammarano A., Bertucci P., Di Renzo L.: Why primary obesity is a disease? *J Transl Med*, 2019;17(1):169.
22. Dietz W., Santos-Burgoa C.: Obesity and its implications for covid-19 mortality. *Obesity*, 2020;28(6):1005-1005.
23. Korakas E., Ikonomidis I., Kousathana F., Balampanis K., Kountouri A., Raptis A., et al.: Obesity and COVID-19: immune and metabolic derangement as a possible link to adverse clinical outcomes, *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 2020;319(1):105-09.
24. Sattar N., McInnes I.B., McMurray J.J.V.: Obesity is a risk factor for severe covid-19 infection: multiple potential mechanisms. *Circulation*, 2020;142(1):4-6.
25. WHO. Obesity and overweight. 2021 [cited 2021 Sep 22]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
26. Jastreboff A.M., Kotz C.M., Kahan S., Kelly A.S., Heymsfield S.B.: Obesity as a disease: the obesity society 2018 position statement. *Obesity*, 2019;27(1):7-9.
27. O'Hill J.O., Peters J.C.: The importance of energy balance. *Eur Endocrinol*, 2010; 9(2):111.
28. Wright S.M., Aronne L.J.: Causes of obesity, *Abdom Radiol*, 2012 37(5):730-732.
29. van der Valk E.S., Akker E.L.T., Savas M., Kleinendorst L., Visser J.A., Van Haelst M.M., et al.: A comprehensive diagnostic approach to detect underlying causes of obesity in adults. *Obesity Reviews*, 2019;20(6):795-804.
30. Kumar R.B., Aronne L.J.: Iatrogenic obesity. *Endocrinol. Metab. Clin. North Am*. 2020;49(2):265-73.
31. Abdelaal M., Roux C.W., Docherty N.G.: Morbidity and mortality associated with obesity. *Ann. Transl. Med*. 2017;5(7):8.
32. Poveda A., Koivula R.W., Ahmad S., Barroso I., Hallmans G., Johansson I., et al.: Innate biology versus lifestyle behaviour in the aetiology of obesity and type 2 diabetes: the GLACIER Study, *Diabetologia*, 2016;59(3):462-471.
33. Bays H.: Central obesity as a clinical marker of adiposopathy; increased visceral adiposity as a surrogate marker for global fat dysfunction, *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes*. 2014;21(5):345-351.
34. Cao H.: Adipocytokines in obesity and metabolic disease. *J. Endocrinol*. 2014;220(2):47-59.
35. Grant R.W., Dixit V.D.: Adipose tissue as an immunological organ: adipose tissue as an immunological organ. *Obesity*, (2015) 23(3):512-518.
36. Tchkonja T., Thomou T., Zhu Y., Karagiannides I., Pothoulakis C., Jensen M.D., et al.: Mechanisms and metabolic implications of regional differences among fat depots. *Cell Metab*. 2013;17(5):644-656.
37. Longo M., Zatterale F., Naderi J., Parrillo L., Formisano P., Raciti G.A., et al.: Adipose tissue dysfunction as determinant of obesity-associated

- metabolic complications, *Int. J. Mol. Sci.* 2019;20(9): 2358.
38. Alexopoulos N., Katritsis D., Raggi P.: Visceral adipose tissue as a source of inflammation and promoter of atherosclerosis. *Atherosclerosis* 2014;233(1):104–112.
 39. Liu L., Feng J., Zhang G., Yuan X., Li F., Yang T., et al.: Visceral adipose tissue is more strongly associated with insulin resistance than subcutaneous adipose tissue in Chinese subjects with pre-diabetes. *Curr Med Res Opin.* 2018;34(1):123–129.
 40. Hall J., Juncos L., Wang Z., Hall M., do Carmo J., da Silva A.: Obesity, hypertension, and chronic kidney disease, *Int. J. Nephrol. Renovasc. Dis.* 2014;75-88; DOI: 10.2147/IJNRD.S39739
 41. Heymsfield S.B., Wadden T.A.: Mechanisms, pathophysiology, and management of obesity, *N. Engl. J. Med.*, 2017;376(3):254–266.
 42. El-Serag H.B., Hashmi A., Garcia J., Richardson P., Alsarraj A., Fitzgerald S., et al.: Visceral abdominal obesity measured by CT scan is associated with an increased risk of Barrett's oesophagus: a case-control study, *Gut*, 2014;63(2):220-229.
 43. King L.K., March L., Anandacoomarasamy A.: Obesity & osteoarthritis, *Indian J. Med. Res.* 2013;138(2):185-193.
 44. Gosse M.A.: How accurate is self-reported BMI?: How accurate is self-reported BMI?, *Nutrition Bulletin*, (2014) 39(1):105–114.
 45. Müller M.J., Braun W., Enderle J., Bosy-Westphal A.: Beyond BMI: conceptual issues related to overweight and obese patients, *Obes. Facts*, (2016) 9(3):193–205.
 46. Gutin I.: In BMI we trust: reframing the body mass index as a measure of health. *Soc. Theory Health*, 2018;16(3):256–271.
 47. Müller M.J., Geisler C.: Defining obesity as a disease, *Eur. J. Clin. Nutr.* 2017;71(11):1256–1258.
 48. Chooi Y.C., Ding C., Magkos F.: The epidemiology of obesity. *Metabolism*, 2019;92:6–10.
 49. Yumuk V., Tsigos C., Fried M., Schindler K., Busetto L., Micic D., Toplak H.: European Guidelines for Obesity Management in Adults, *Obes. Facts*, 2015;8:402-424.
 50. National Clinical Guideline Centre (UK). Obesity: identification, assessment and management of overweight and obesity in children, young people and adults: partial update of cg43 [Internet]. London: National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2014 [cited 2021 Sep 24]. (National Institute for Health and Clinical Excellence: Guidance). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK264165/>
 51. Jensen M.D., Ryan D.H., Apovian C.M., Ard J.D., Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014;63(25): 2985–3023.
 52. Fock K.M., Khoo J.: Diet and exercise in management of obesity and overweight: Diet and exercise for weight management, *J. Gastroenterol. Hepatol.* 2013;28:59–63.
 53. Faria S.L., Faria O.P., Cardeal M. A., Ito M.K.: Effects of a very low-calorie diet in the preoperative stage of bariatric surgery: a randomized trial. *Surg Obes Relat Dis.* 2015;11(1):230–237.
 54. AACE/ACE, American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Comprehensive Clinical Practice Guidelines for Medical Care of Patients with Obesity, *Endocr. Pract.*, 2016; 22, Suppl 3.
 55. Mozaffarian D.: Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity: a comprehensive review, *Circulation*, 2016;133(2):187–225.
 56. Johnston B., Kanters S., Bandayrel K., Wu P., Naji F., Siemieniuk R.A., et al., Comparison of weight loss among named diet programs in overweight and obese adults: a meta-analysis, *JAMA*, 2014;312(9):923.
 57. WHO. Physical activity. 2020 [cited 2021 Sep 22]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
 58. Foster-Schubert K.E., Alfano C.M., Duggan C.R., Xiao L., Campbell K.L., Kong A., et al.: Effect of diet and exercise, alone or combined, on weight and body composition in overweight-to-obese postmenopausal women, *Obesity*, 2012;20(8):1628–1638.
 59. Warburton D.E.R., Bredin S.S.D.: Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews, *Curr. Opin. Cardiol.* 2017;32(5):541–56.
 60. Yumuk V., Frühbeck G., Oppert J.M., Woodward E., Toplak H.: An EASO position statement on multidisciplinary obesity management in adults. *Obes. Facts*, 2014;7(2):96–101.
 61. Alamuddin N., Bakizada Z., Wadden T.A., Management of obesity. *J. Clin. Oncol.* 2016;34(35):4295–4305.
 62. May M., Schindler C., Engeli S.: Modern pharmacological treatment of obese patients. *Therapeutic Advances in Endocrinology*, (2020) 11.
 63. Bray G.A., Frühbeck G., Ryan D.H., Wilding J.P.H.: Management of obesity, *The Lancet*, 2016; 387(10031):1947–1956.
 64. Pi-Sunyer X., Astrup A., Fujioka K., Greenway F., Halpern A., Krempf M., et al., A randomized, controlled trial of 3.0 mg of liraglutide in weight management, *N. Engl. J. Med.* 2015;373(1):11–22.
 65. Babenko A.Y., Savitskaya D.A., Kononova Y.A., Trofimova A.Y., Simanenkova A.V., Vasilyeva E.Y., Shlyakhto E.V.: Predictors of Effectiveness of Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonist Therapy in Patients with Type 2 Diabetes and Obesity. *J Diabet Res*, 2019;1-10.
 66. Tran K.L., Park Y.I., Pandya S., Muliyil N.J., Jensen B.D., Huynh K., Nguyen Q.T., Overview of Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists for the Treatment of Patients with Type 2 Diabetes, *Am. Health. Drug. Benefits*.2017;10(4): 178-188.
 67. Chadda K.R., Cheng T.S., Ong K.K.. GLP-1 agonists for obesity and type 2 diabetes in children: Systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, (2020).
 68. Billes S.K., Sinnayah P., Cowley M.A.: Naltrexone/bupropion for obesity: An investigational combination

- pharmacotherapy for weight loss. *Pharmacol. Res.* 2014;84:1–11.
69. *Arterburn D.E., Telem D.A., Kushner R.F., Courcoulas A.P.*: Benefits and risks of bariatric surgery in adults: a review. *JAMA* 2020;324(9):879.
 70. *Looney SM, Raynor HA.*: Behavioral lifestyle intervention in the treatment of obesity. *Health Serv Insights.* 2013;6:15–31.
 71. *Armstrong MJ, Mottershead TA, Ronksley PE, Sigal RJ, Campbell TS, Hemmelgarn BR.*: Motivational interviewing to improve weight loss in overweight and/or obese patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obes Rev.* 2011;12(9):709–723.
 72. *Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK.*: American College of Sports Medicine position stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):459–471.
 73. *Lundahl B, Burke BL.*: The effectiveness and applicability of motivational interviewing: a practice-friendly review of four meta-analyses. *J Clin Psychol.* 2009;65(11):1232–1245.
 74. *Lundahl B, Burke BL.*: The effectiveness and applicability of motivational interviewing: a practice-friendly review of four meta-analyses. *J Clin Psychol.* 2009;65(11):1232–1245.
 75. *Heckman CJ, Egleston BL, Hofmann MT.* Efficacy of motivational interviewing for smoking cessation: a systematic review and meta-analysis. *Tob Control.* 2010;19(5):410–416.
 76. *Groeneveld IF, Proper KI, van der Beek AJ, Hildebrandt VH, van Mechelen W.*: Short and long term effects of a lifestyle intervention for construction workers at risk for cardiovascular disease: a randomized controlled trial. *BMC Public Health.* 2011 Oct 31;11:836.
 77. *Janssen V, De Gucht V, van Exel H, Maes S.*: A self-regulation lifestyle program for post-cardiac rehabilitation patients has long-term effects on exercise adherence. *J Behav Med.* 2014 Apr;37(2):308–21.
 78. *Martens MP, Buscemi J, Smith AE, Murphy JG.*: The short-term efficacy of a brief motivational intervention designed to increase physical activity among college students. *J Phys Act Health.* 2012 May;9(4):525–32.
 79. *Kanfer FH.*: Self-monitoring: Methodological limitations and clinical applications. *J Consult Clin Psychol* 1970;35(2):148–152.
 80. *Wang J, Sereika SM, Chasens ER, Ewing LJ, Matthews JT, Burke LE.*: Effect of adherence to self-monitoring of diet and physical activity on weight loss in a technology-supported behavioral intervention. *Patient Prefer Adherence.* 2012;6:221–226.
 81. *Tate DF, Wing RR, Winett RA.* Using Internet technology to deliver a behavioral weight loss program. *JAMA.* 2001;285(9):1172–1177.
 82. *Tate DF, Jackvony EH, Wing RR.*: Effects of Internet behavioral counseling on weight loss in adults at risk for type 2 diabetes: A randomized trial. *JAMA.* 2003;289(14):1833–1836.
 83. *Burke LE, Wang J, Sevick MA.*: Self-monitoring in weight loss: a systematic review of the literature. *J Am Diet Assoc.* 2011;111(1):92–102.
 84. *Carels RA, Darby LA, Rydin S, Douglass OM, Cacciapaglia HM, O'Brien WH.*: The relationship between self-monitoring, outcome expectancies, difficulties with eating and exercise, and physical activity and weight loss treatment outcomes. *Ann Behav Med.* 2005;30(3):182–190.
 85. *Conroy MB, Yang K, Elci EU, et al.*: Physical activity self-monitoring and weight loss: 6-month results of the SMART trial. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(8):1568–1574.
 86. *Ruffault A, Czernichow S, Hagger MS, Ferrand M, Erichot N, Carette C, Boujut E, Flahault C.*: The effects of mindfulness training on weight-loss and health-related behaviours in adults with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obes Res Clin Pract.* 2017 Sep-Oct;11(5 Suppl 1):90–111.
 87. *Locke EA, Latham GP.*: Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: a 35-year odyssey. *Am Psychol* 2002; 57: 705.
 88. *Bovend'Eerd T, Botell RE, Wade DT.*: Writing SMART rehabilitation goals and achieving goal attainment scaling: a practical guide. *Clin Rehabil* 2009; 23: 352–361.
 89. *Bandura A, Locke EA.*: Negative self-efficacy and goal effects revisited. *J Appl Psychol* 2003;88: 87–99
 90. *LeBlanc EL, Patnode CD, Webber EM, Redmond N, Rushkin M, O'Connor EA.*: Behavioral and Pharmacotherapy Weight Loss Interventions to Prevent Obesity-Related Morbidity and Mortality in Adults: An Updated Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2018 Sep. Report No.: 18-05239-EF-1.
 91. *Daugherty BL, Schap TE, Ettienne-Gittens R, Zhu FM, Bosch M, Delp EJ, Ebert DS, Kerr DA, Boushey CJ.*: Novel technologies for assessing dietary intake: evaluating the usability of a mobile telephone food record among adults and adolescents. *J Med Internet Res* 2012;14(2): e58.
 92. *Bailly S, Fabre O, Legrand R, Pantagis L, Mendelson M, Terrail R, Tamisier R, Astrup A, Clément K, Pépin JL.*: The Impact of the COVID-19 Lockdown on Weight Loss and Body Composition in Subjects with Overweight and Obesity Participating in a Nationwide Weight-Loss Program: Impact of a Remote Consultation Follow-Up-The CO-RNPC Study. *Nutrients.* 2021 Jun 23;13(7):2152.
 93. *Stanton R, To QG, Khalesi S, Williams SL, Alley SJ, Thwaite TL, Fenning AS, Vandelanotte C.* Depression, Anxiety and Stress during COVID-19: Associations with Changes in Physical Activity, Sleep, Tobacco and Alcohol Use in Australian Adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Jun 7;17(11):4065.
 94. *Bhutani S., Cooper J.A.*: Covid-19-related home confinement in adults: Weight gain risks and opportunities. *Obesity.* 2020;28: 1576–1577.

95. Di Renzo L., Gualtieri P., Pivari F., Soldati L., Attina A., Cinelli G., Leggeri C., Caparello G., Barrea L., Scerbo F., et al.: Eating habits and lifestyle changes during covid-19 lockdown: An italian survey. *J. Transl. Med.* 2020;18:229.
96. Communication From The Commision To The European Parliament. Telemedicine assistance to patients, steady healt society. 2008;689.
97. Hutchesson MJ, Gough C, Müller AM, Short CE, Whatnall MC, Ahmed M, Pearson N, Yin Z, Ashton LM, Maher C, Staiano AE, Mauch CE, DeSmet A, Vandelanotte C.: Health interventions targeting nutrition, physical activity, sedentary behavior, or obesity in adults: A scoping review of systematic reviews. *Obes Rev.* 2021 Oct;22(10):e13295.
98. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020–2025. Switzerland: WHO; 2020.
99. Eng TR.: The eHealth landscape: a terrain map of emerging information and communication technologies in health and health care. The Robert Wood Johnson Foundation; 2001.
100. Probst YC, Tapsell LC.: Computerised dietary assessment interviews: Health professionals and patients' opinions about web communications. *Nutrition & Dietetics* 2012;69:56–63.
101. Six B, Schap T, Zhu F, et al.: Evidence-based development of a mobile telephone food record. *J Am Diet Assoc* 2010;110:74–79.
102. Beasley J, Riley W, Davis A, Singh J.: Evaluation of a PDA-based dietary assessment and intervention program: a randomized controlled trial. *J Am Coll Nutr* 2008;27:280–286.
103. Donald H, Franklin V, Greene S.: The use of mobile phones in dietary assessment in young people with type I diabetes. *J Hum Nutr Diet* 2009;22(3): 256–257.
104. Chung LMY, Chung JWY: Tele-dietetics with food images as dietary intake records in nutrition assessment. *Telemed eHealth* 2010;16(6): 691–8.
105. Chung LM, Law QP, Fong SS, Chung JW, Yuen PP.: A cost-effectiveness analysis of teledietetics in short-, intermediate-, and long-term weight reduction. *J Telemed Telecare.* 2015 Jul;21(5):268-75.
106. Das SK, Brown C, Urban LE, O'Toole J, Gamache MMG, Weerasekara YK, Roberts SB.: Weight loss in videoconference and in-person iDiet weight loss programs in worksites and community groups. *Obesity (Silver Spring).* 2017 Jun;25(6):1033-1041.
107. Batsis JA, Petersen CL, Clark MM, Cook SB, Kotz D, Gooding TL, Roderka MN, Al-Nimr RI, Pidgeon D, Haedrich A, Wright KC, Aquila C, Mackenzie TA. Feasibility and acceptability of a technology-based, rural weight management intervention in older adults with obesity. *BMC Geriatr.* 2021 Jan 12;21(1):44.
108. Haas K, Hayoz S, Maurer-Wiesner S.: Effectiveness and Feasibility of a Remote Lifestyle Intervention by Dietitians for Overweight and Obese Adults: Pilot Study. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2019 Apr 11;7(4):e12289.
109. Hutchesson MJ, Rollo ME, Krukowski R, Ells L, Harvey J, Morgan PJ, Callister R, Plotnikoff R, Collins CE.: eHealth interventions for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults: a systematic review with meta-analysis. *Obes Rev.* 2015 May;16(5):376-92.
110. Huang JW, Lin YY, Wu NY.: The effectiveness of telemedicine on body mass index: A systematic review and meta-analysis. *J Telemed Telecare.* 2019 Aug;25(7):389-401.
111. Beilegoli AM, Andrade AQ, Cançado AG, Paulo MN, Diniz MFH, Ribeiro AL.: Web-Based Digital Health Interventions for Weight Loss and Lifestyle Habit Changes in Overweight and Obese Adults: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res.* 2019 Jan 8;21(1):e298.
112. Yang Q, Mitchell ES, Ho AS, DeLuca L, Behr H, Michaelides A.: Cross-National Outcomes of a Digital Weight Loss Intervention in the United States, Canada, United Kingdom and Ireland, and Australia and New Zealand: A Retrospective Analysis. *Front Public Health.* 2021 Jun 10;9:604937.
113. Bailly S, Fabre O, Legrand R, Pantagis L, Mendelson M, Terrail R, Tamisier R, Astrup A, Clément K, Pépin JL.: The Impact of the COVID-19 Lockdown on Weight Loss and Body Composition in Subjects with Overweight and Obesity Participating in a Nationwide Weight-Loss Program: Impact of a Remote Consultation Follow-Up-The CO-RNPC Study. *Nutrients.* 2021 Jun 23;13(7):2152.
114. Simpson SA, Matthews L, Pugmire J, McConnachie A, McIntosh E, Coulman E, Hughes K, Kelson M, Morgan-Trimmer S, Murphy S, Utkina-Macaskill O, Moore LAR.: An app-, web- and social support-based weight loss intervention for adults with obesity: the 'HelpMeDoIt!' feasibility randomised controlled trial. Pilot Feasibility Study. 2020 Sep 19;6:133.
115. Michie S, Yardley L, West R, Patrick K, Greaves F.: Developing and Evaluating Digital Interventions to Promote Behavior Change in Health and Health Care: Recommendations Resulting From an International Workshop. *J Med Internet Res.* 2017 Jun 29;19(6):e232.

Received: 07.03.2022

Accepted: 19.04.2022

Published online first: 24.04.2022

Warszawa 21.09.2024

Jakub Woźniak

Jakub_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. *Alternative and Online Weight Loss Interventions During Covid-19 Pandemic Lockdown*. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2022, 73(2), 147-158, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: analizie piśmiennictwa, opracowaniu metodyki, napisaniu publikacji i edycji publikacji.

Podpis:

Jakub Woźniak

Warszawa 21.09.2024

Katarzyna Woźniak

Katarzyna_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. *Alternative and Online Weight Loss Interventions During Covid-19 Pandemic Lockdown*. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2022, 73(2), 147-158, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: napisaniu jednego rozdziału w publikacji.

Podpis:

Katarzyna Woźniak

Warszawa 21.09.2024

Dariusz Włodarek

dariusz_wlodarek@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. *Alternative and Online Weight Loss Interventions During Covid-19 Pandemic Lockdown*. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2022, 73(2), 147-158, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: opracowaniu ogólnej koncepcji publikacji, wykonaniu recenzji oraz edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Olga Wojciechowska

71464@student.ump.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. *Alternative and Online Weight Loss Interventions During Covid-19 Pandemic Lockdown*. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2022, 73(2), 147-158, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: napisaniu jednego rozdziału w publikacji.

Podpis:

Article

Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI—A Prospective Cohort Study

Jakub Woźniak ¹ , Katarzyna Garbacz ², Olga Wojciechowska ² , Michał Wrzosek ² and Dariusz Włodarek ^{1,*} 

¹ Department of Dietetics, Institute of Human Nutrition, Warsaw University of Life Sciences (WULS–SGGW), Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warsaw, Poland

² Centrum Respo, Chmielna 73, 00-801 Warsaw, Poland

* Correspondence: dariusz_wlodarek@sggw.edu.pl

Abstract: The purpose of this article was to answer the question of whether people who want to reduce their body weight can achieve different results depending on their baseline BMI and whether the rate of weight loss is constant over the months of intervention. The study included 400 individuals aged 19 to 55 years with a mean BMI of 31.83 ± 4.77 (min 25.1 max 51.8). Men comprised 190 subjects and women 210 subjects. The participants were divided into three groups with the following BMI: overweight, class 1 obesity, and obesity class > 1 (class 2 and 3 combined). BMI groups were randomized by gender, the number of trainings per week, training time, intervention length, and intervention type. The online intervention consisted of a 15% energy deficit diet and training. Over the 12-month dietary intervention, overweight subjects reduced average body weight by 16.6%. The group with class 1 obesity reduced body weight by 15.7%. The group with obesity class > 1 reduced mean body weight by 15.4%. The relative weight reduction in the overweight group was significantly greater than in the other obesity groups ($p = 0.007$). In all groups, the rate of weight loss from month-to-month was statistically significant ($p = 0.0001$), ranging between 0.6 and 2.6% per month. The results indicate that overweight individuals are likely to experience a percent greater weight loss as a result of a comprehensive lifestyle intervention. Regardless of baseline BMI, the observed weight loss was consistent from month-to-month throughout the 12-month period, which may indicate that the diet, as well as, the training plan were properly tailored to the subjects' needs and that they were highly motivated to participate in the program throughout its course. Properly conducted lifestyle intervention enables significant weight loss regardless of baseline BMI values.

Keywords: obesity; overweight; human; energy restriction; lose weight; BMI; lifestyle; online intervention



Citation: Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI—A Prospective Cohort Study. *Nutrients* **2022**, *14*, 3281. <https://doi.org/10.3390/nu14163281>

Academic Editors: Inmaculada Bautista Castaño and Hirofumi Tanaka

Received: 20 June 2022

Accepted: 9 August 2022

Published: 11 August 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

For decades, the epidemiology of obesity has been evolving significantly. It is estimated that about 53% of the population in the EU is considered above the normal weight (36% overweight and 17% obese) [1]. Obesity is positively correlated with an increased risk of diabetes, cardiovascular diseases, musculoskeletal disorders, chronic kidney disease and several types of cancer [2]. Moreover, the recent COVID-19 outbreak appears to be another disease exacerbated by obesity [3]. In addition, the use of prolonged lockdown as a way of combating the pandemic might contribute to the increased percentage of obese individuals globally. Furthermore, increased stress levels and decreased physical activity due to the closure of numerous sports facilities could lead to an excessive energy intake [4].

In addition, due to the COVID-19 pandemic and a global necessity to impose lockdowns, there has been a need to introduce a different way of dietary consultations and education. Thanks to the expeditious development of web-based applications and the shift to a remote model of healthcare delivery, online dietary services were made possible [5]. Moreover, due to a more sedentary lifestyle because of lockdowns, restricted rules

of spending time outside and the closure of indoor sports facilities, an increase in body weight among individuals worldwide has been observed [6]. In recent years, there has been an interesting shift in the research in the field of online reduction programs for people with obesity. A large, a non-randomized trial was carried out to compare results from online diabetes prevention programs and outcomes among individuals with in-person interventions [7]. The main outcome measure in the trial was weight change at 6 and 12 months. Two hundred and sixty-eight prediabetic individuals with excessive weight were enrolled in the online program, while 273 participants were included in the in-person scheme. Participation was evaluated based on the completion of weekly modules. In the first 6 months of the trial, 87% of patients completed eight or more modules of the online program, while only 59% of the in-person individuals. The results also showed that there was no significant difference in weight loss between online and in-person programs. The trial provides an argument that the online program has higher participation than in-person visits with no significant change in the effectiveness of weight loss. Moreover, a meta-analysis of 25 randomized control trials was carried out to establish the effectiveness of online dietary intervention in individuals with obesity and hypertension and/or type 2 diabetes [8]. The results provided evidence that the online dietary counseling was successful in significantly decreasing the weight of participants compared to the control groups. However, it was also suggested that the online intervention should be longer than six months for a better outcome.

It is crucial to acknowledge the importance of physical activity in obese or overweight individuals. In a quasi-experimental, quantitative, and longitudinal study, changes in lipoinflammation markers after a concurrent training program were demonstrated [9]. Twenty-six obese individuals were enrolled in an 8-week training regimen, which was a combination of aerobic and resistance exercise. The applied physical activity resulted in significant differences in the adiponectin–leptin ratio. The outcome from blood samples can be reflected in a decreased risk of cardiovascular diseases and lipoinflammation. Moreover, a systematic review of exercise programs in obese patients undergoing bariatric surgery was performed [10]. The results suggested a positive effect of physical activity on weight loss, muscle strength, percentage of fat-free mass cardiorespiratory endurance, and the overall quality of life.

What is also worth mentioning is the significance of mental health and therapy for obese individuals during weight loss programs. In the review, researchers combined intensive behavioral therapy benefits with diabetes prevention programs in obese patients [11]. The interventionists received training on how to talk about obesity sensitively and respectfully, as well as guidance about goal setting, problem-solving and other behavioral strategies. After 24 weeks of interventions, 46% of obese individuals lost $\geq 5\%$ of their baseline weight, with an overall mean of 5.4%. After 1 year, 44% of participants lost $\geq 5\%$ of their baseline weight, while the mean was 6.1%. The results provide the suggestion that behavioral therapy might be helpful during weight reduction programs. However, further research is needed to establish its specific beneficial effect on the weight loss regimen.

The most common method of determining nutritional status in adults is body mass index (BMI). It assesses people into categories by the person's weight in kilograms divided by the square of the person's height in meters (kg/m^2) [2].

BMI is considered a simple and the most cost-effective method for obesity control at the population level. It is used to track the changes in the overall health status of the population, as well as goals or risks [12]. Nevertheless, the index has its drawbacks. It is still an indirect measure. It depends only on height and weight and does not include specifics of an individual's body composition. BMI does not include adaptations that occur during the aging process, as the proportion between fat mass and free fat mass and bone mass changes [13]. However, the index can still provide helpful insights into obesity as an individual and social issue. It is widely used by government bodies, non-profit organizations, researchers and health professionals. BMI is considered to be the cheapest and simplest tool for tracking obesity levels among the population. Moreover, the

definition and equation of BMI are available across different forms of media. That may encourage individuals to understand the issue of obesity as well as track their own health and nutritional status.

It is crucial to reduce the prevalence of obesity, not only for individual health improvement but also to decrease social costs. It is estimated that moderate weight loss of 5–10% is sufficient for health improvement [14]. Researchers and clinicians should target health promotion and decrease in risk of comorbidities rather than an exact number on a scale. An individually prescribed health goal should be acknowledged rather than a specific weight [15]. Therefore, baseline weight needs to be considered and recognized when weight-loss interventions are introduced. Furthermore, the goal, effectiveness and duration of the weight reduction intervention might differ in various groups of people classified by their BMI. However, the 12-month intervention seemed to be optimal in this specific online program. The design of the study was based on the results of the meta-analysis of 25 randomized control trials described before in the introduction. The researchers suggested that the online intervention should be longer than six months for better outcomes [8]. The field of the impact of baseline BMI on weight loss is not yet fully discovered.

This article aims to answer the question of whether people who want to reduce their body weight over 12 months can achieve different results depending on their baseline BMI and whether the rate of weight loss is constant over the course of individual months. For this purpose, we focused on expressing weight loss in kilograms as the absolute values, and as a percentage of the initial body weight, as the relative values. We prioritized three aspects related to reducing one's body weight: to bring the individual's body weight to a normal BMI, to reduce one's BMI grade by 1 baseline degree and to determine the number of people who managed to reduce their body weight by at least 5%, 10%, 15% or 20% of their baseline BMI.

2. Methodology

2.1. Study Design

This study was designed as an observational, prospective, open-labeled, twelve-month trial. Data collected concerned the weight loss program from January 2019 to December 2021.

2.2. Sample

A total of 400 subjects who participated for 12 months in a weight reduction program were included in the evaluation. In total, 720 people were included in the observation. In the course of the intervention, 320 people did not complete the entire program (44.44%). In the overweight group, there were 105 people. In the group with 1st class obesity, there were 111 people, and in the group with obesity > 1, there were 104 people. The subjects were aged between 19 and 55 years with a mean BMI of 31.83 ± 4.77 (min 25.1 max 51.8). Men constituted 190 subjects and women 210 subjects. Inclusion criteria were as follows: age 18–55 years, excessive weight ($\text{BMI} > 24.99 \text{ kg/m}^2$), no dietary interventions in the 24 months prior to entering the weight reduction program, participation in a dietary intervention for 12 months, no musculoskeletal injuries, accessibility to a computer and/or telephone, no physician contraindication to regular physical activity.

2.3. Study Procedure and Intervention Characteristics

The analysis included 400 individuals who completed a 12-month cooperation with a dietitian using the Respo method based on 4 pillars.

The Respo method (from the word “responsiveness”) is based on individual adjustment of the whole plan of losing weight, body shaping, and achieving better health and well-being specific to the needs of each patient. The dietitian selects the method of action so that it is maximally adapted to the patient. The time needed to prepare meals for the whole day is consulted with each client and chosen in order to make it easier and more likely for them to follow the diet plan for a long time. Meal times and quantities were not rigidly set by the dietitian but responsively negotiated with the patient. Trainings were adjusted to the

patient's fitness level, availability of training equipment, and the time they could devote to physical activity at home. Within the individually planned training program, each training was accompanied by an instructional video available to patients at any time during the cooperation. Patients reported completing the training as well as eating the meals each day of the cooperation. Most participants trained for 60 min, 3 times per week. Trainings were based on multi-joint exercises of the whole body adjusted to the level of training and abilities of patients. The third pillar of the method is support, which consists of constant online contact with a dietitian via online chat. To increase the possibility of contact with the dietitian, the patients could write to them from any electronic device with access to the internet. The last pillar of the method is the development of new, correct habits during the entire period of cooperation. For this purpose, there is a nutritional education adjusted to the realities of the patient's everyday life.

Patients completed nutrition and medical forms prior to nutritional intervention. Anthropometric measurements were taken by patients at baseline and during the intervention [16].

The diet was designed according to the recommendations for healthy adults [17]. The energy value of the diet was reduced by 15% in relation to the body requirements, which was determined on the basis of the basal metabolism estimated using the Harris Benedict formula, including the physical activity index (PAL) according to the recommendations of the Food and Nutrition Institute [18]. The level of physical activity was assessed based on the physical activity questionnaire published by Johansson and Westerterp [19]. During the nutritional intervention, the energy value of the diet could be adjusted if no decrease or increase in body weight was observed over a 4-week period. The first action if the therapeutic intervention did not work was to monitor the patient's adherence to the diet and physical activity guidelines. Details of the protocol for correcting the energy value of the diet and the amount of physical activity are described in Figure 1.

The PAL coefficient oscillated between 1.2 and 2. The proportion of carbohydrates in the diet was set at 50–55% of the energy value of the diet, with sugars added to 10%. The proportion of energy from fat was 25–35% of the energy value of the diet, and the protein supply was set at 1.6g per kg of body weight. The supply of vitamins and minerals was realized based on the standards for the population of healthy adults [18]. Study participants received a 7-day menu individually adjusted to taste preferences, which was modified over time while maintaining the dietary guidelines to minimize the participant's desire to drop out of the study. The diet was balanced based on a computer program having a database of products and foods from the Food and Nutrition Institute and the USDA. All subjects were supplemented with 2000 IU of vitamin D during the period of participation. Table 1 shows the characteristics of the interventional diet.

Table 1. General characteristics of the interventional diet.

Variable	Value
Caloric value (%)	85% TDEE
Proteins (g/kg body mass)	1.6
Fats in total (%)	25–35% of energy
Saturated FA (%)	<5% of energy
Monosaturated FA (%)	14–26% of energy
Polysaturated FA (%)	4–6% of energy
Carbohydrates (%)	50–55% of energy
Sugars (%)	<10% of energy
Fiber (g)	30–40

TDEE—total daily energy expenditure; FA—fatty acids.

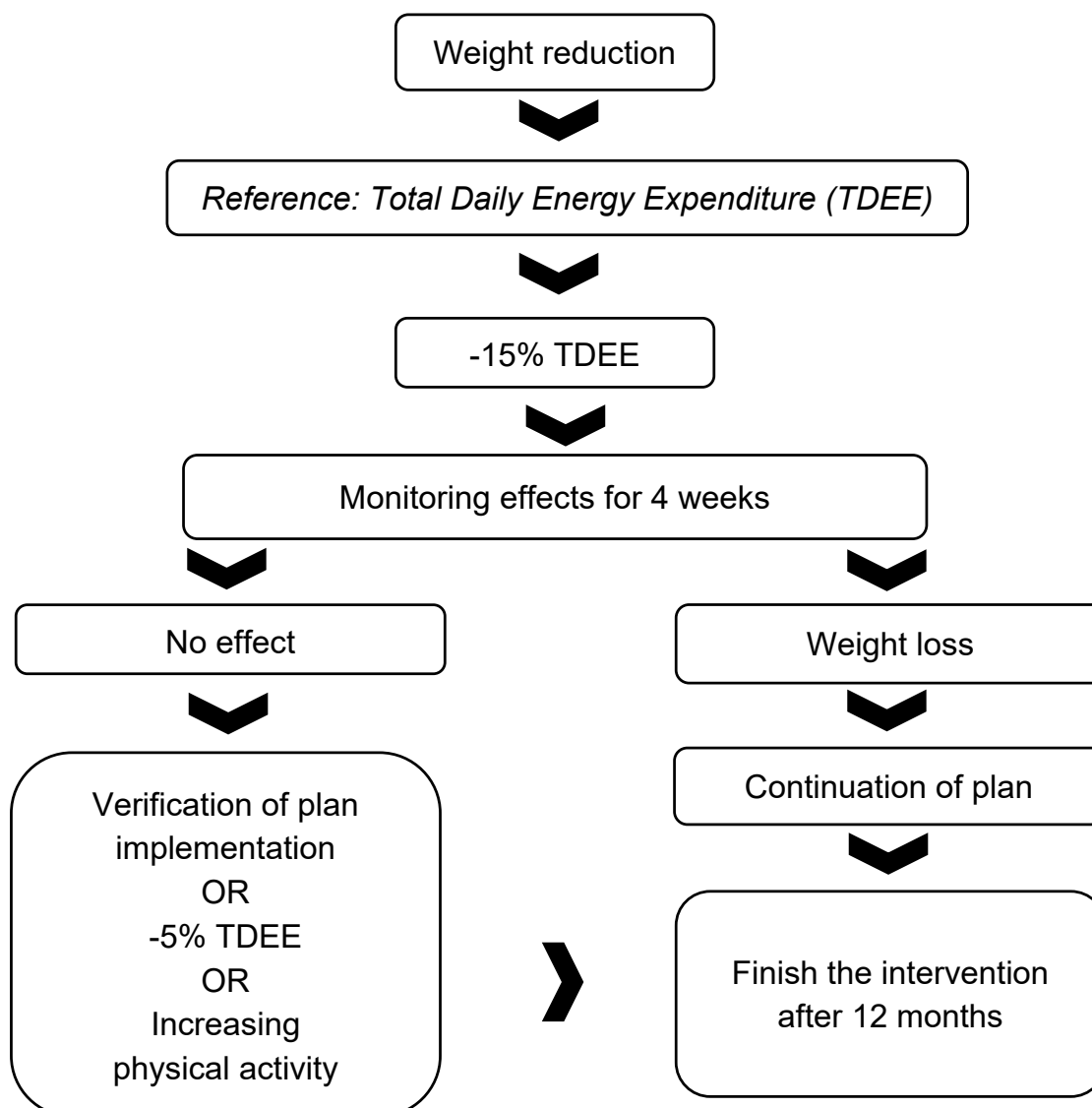


Figure 1. Protocol for adjusting the energy value of the diet throughout the nutrition intervention.

During the dietary intervention, participants were in constant contact with the dietitian and trainer and submitted bi-weekly reports including body weight. All participants in the study had contact with a dietitian at least every 2 weeks to ensure the same model of intervention for each person. In addition, they completed a running diary each day to monitor the actual intake of the intended diet. Each study participant received appropriate instructions for completing the food diary. The diary included all foods and beverages consumed, expressed in household measures (e.g., glasses, spoons) and/or units of weight (g) along with the time of consumption. The food diary also included the supplementation used along with the type of formula and the daily dose. Any deviations from the protocol were immediately corrected through nutrition education, and the menu was modified while maintaining the dietary guidelines to minimize the desire to abandon the nutritional intervention.

2.4. Outcome Measurements

Height and weight measurements were taken by the subjects themselves after a pre-prepared training session in which a specialized dietitian showed how to perform these steps correctly at home. Body height was measured at the beginning of the study by the subjects after careful instructions were provided by the dietitian.

Body weight measurements were taken at the beginning of the study and every 14 days. Before each weight measurement, the patient was required to be familiar with the protocol for this activity, which included the need to place the scale on a flat, hard surface in the same location throughout the intervention period. Measurement took place while fasting in underwear. Each participant used a standardized balance from a manufacturer certified by the Central Office of Measures in Poland to ensure the accuracy of the measurements.

BMI was used to assess body weight. The classification was adopted from the WHO [2]:

Normal weight (BMI 18.5–24.9 kg/m²); overweight (BMI 25.0–29.9 kg/m²), obesity class 1 (BMI 30.0–34.9 kg/m²), obesity class 2 (BMI 35.0–39.9 kg/m²), and obesity class 3 (BMI > 40.0 kg/m²). Because few subjects had class 3 obesity for analysis, they were included in the group of subjects with class 2 obesity (this group was described as obesity class > 1). The number of overweight subjects was 161, with class 1 obesity was 135, and with obesity class > 1 was 104.

2.5. Statistical Analysis

The data obtained from the observations were collated and systematized using Excel spreadsheet tools. These tools were also used to calculate the derived parameters—BMI, change over time.

The quantitative study was conducted using the STATISTICA 13.3 PL package (TIBCO Software Inc. Warsaw, Poland (2017). Statistica (data analysis software system, Warsaw, Poland), version 13. <http://statistica.io> (accessed on 10 May 2022). For the entire statistical test, a level of $p < 0.05$ was taken as the cut-off for the rejection of the null hypothesis. Basic descriptive statistics for quantitative data were calculated, and distributions of qualitative characteristics were determined using multivariate (contingency) tables. The significance of differences in the distribution of qualitative characteristics was tested using the chi-squared test in combination with the multivariate tables. Due to the rejection for most of the analyzed variables by the W Shapiro–Wilk test of the hypothesis of normality of distribution and the expression of a significant part of the variables in ordinal scales, non-parametric tests were used in the study—the Mann–Whitney U test (with correction for continuity), the Wilcoxon signed-rank test, and ANOVA–Kruskal–Wallis or Friedman with post hoc tests. Student’s t -test for dependent groups was used to assess the differences in body weight changes over time.

3. Results

The number of overweight subjects, i.e., with BMI between 25 and 29.9, accounted for 161, those with class 1 obesity, i.e., with BMI between 30 and 34.9, accounted for 135, and those with class 2 obesity and extreme obesity, i.e., with BMI above 35, accounted for 104. Immediately before the nutritional intervention, the mean BMI of the subjects participating in the nutritional program was 31.83 ± 4.77 kg/m². The mean age was 33.42 ± 7.2 years with a height of 1.73 ± 0.09 m. Physical activity as measured by the PAL index was moderate and amounted to 1.49 ± 0.15 . More detailed general characteristics of the subjects are presented in Table 2.

The numbers of subjects after splitting into groups were as follows: 161 subjects for the overweight group, 135 subjects for the class 1 obesity group, and 104 subjects for the class 2 and 3 obesity groups. All BMI groups contained different amounts of men and women, but the difference was not statistically significant ($p = 0.71$). Overweight patients were significantly younger (31.9 ± 3.0 years) than obese patients (obesity class 1 and obesity class > 1: 34.2 ± 7.2 and 34.7 ± 7.7 years, respectively). All groups were characterized by similar height, number of trainings performed per week, time per training unit, and time spent training per week. The mean BMI in the overweight group was 27.6 ± 1.28 , in the class 1 obesity group it was 31.8 ± 1.1 , and the class > 1 obesity group it was 38.4 ± 3.5 . The overweight subjects showed significantly higher ($p = 0.0001$) physical activity level (PAL), which was 1.57 ± 0.11 in this group. In contrast, both obese groups showed a lower

PAL of 1.46 ± 0.13 and 1.39 ± 0.12 , respectively. More relevant information characterizing the observed subjects is presented in Table 3.

Table 2. Characteristics of all individuals observed at the beginning of the intervention without grouping.

Variable	The Whole Group $n = 400$ Women = 210 Men = 190	
	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)
Age (years)	33.42 ± 7.2	32 (19–55)
Height (m)	1.73 ± 0.09	1.73 (1.50–2.02)
Body mass (kg)	95.99 ± 17.01	95 (63–156.8)
BMI (kg/m^2)	31.83 ± 4.77	30.9 (25.1–51.7)
BMR (kcal)	1950.1 ± 342	1911 (1323–3108)
PAL	1.49 ± 0.15	1.5 (1.2–2.0)
TDEE (kcal)	2883.9 ± 454.1	2837 (1984–4603)

BMI: body mass index; BMR: basal metabolic rate; PAL: physical activity level; TDEE: total daily energy expenditure.

Table 3. Characteristics of all individuals observed at the beginning of the intervention by BMI group.

Variable	Overweight ($n = 161$) Women = 87 * Men = 74 *		Obesity Class 1 ($n = 135$) Women = 67 * Men = 68 *		Obesity Class > 1 ($n = 104$) Women = 56 * Men = 48 *		p^* 0.71
	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)	p^{**}
Age (years)	31.9 ± 3.01^a	30 (19–54)	34.2 ± 7.2^b	32 (20–55)	34.7 ± 7.7^b	33 (22–55)	0.001
Height (m)	1.74 ± 0.09	1.74 (1.55–2.02)	1.73 ± 0.09	1.75 (1.5–1.96)	1.72 ± 0.8	1.72 (1.58–1.96)	0.44
Body mass (kg)	83.9 ± 10.6^a	82 (63–118)	96.1 ± 11.1^b	97 (69–121.9)	114.5 ± 14.6^c	115 (90.9–156.8)	0.0001
BMI (kg/m^2)	27.6 ± 1.28^a	27.7 (25.1–29.7)	31.8 ± 1.1^b	31.7 (30–33.8)	38.4 ± 3.5^c	37.1 (35.1–51.8)	0.0001
BMR (kcal)	1745 ± 231^a	1694 (1323–2470)	1964 ± 269^b	2005 (1465–2559)	2248 ± 349^c	2250 (1634–3108)	0.0001
PAL	1.57 ± 0.11^a	1.6 (1.3–2.0)	1.46 ± 0.13^b	1.4 (1.3–2.0)	1.39 ± 0.12^b	1.4 (1.2–1.8)	0.0001
TDEE (kcal)	2741 ± 422^a	2654 (1984–3855)	2867 ± 407^b	2842 (2101–4040)	3127 ± 462^c	3101 (2112–4603)	0.0001
Trainings per week	3.18 ± 0.72	3 (1–6)	3.23 ± 0.86	3 (1–6)	3.2 ± 0.96	3 (1–7)	0.79
Training time (min)	56.4 ± 17.3	60 (30–120)	56.8 ± 18	60 (30–120)	57.3 ± 19.2	60 (30–120)	0.90
Training time per week (min)	179.8 ± 70.3	180 (60–480)	183.3 ± 78	180 (30–480)	188.8 ± 91.8	180 (30–600)	0.88

* Pearson's Chi-square test—gender between groups. ** Kruskal–Wallis one-way analysis of variance by ranks.

^{a,b,c} Kruskal–Wallis test—difference between groups.

Over the course of the 12-month dietary intervention, the overweight subjects reduced their mean body weight from 83.9 ± 10.6 to 70.1 ± 10.2 kg, which was associated with a weight reduction of 16.6%. From month-to-month, each weight loss that the group recorded was statistically significant ($p = 0.0001$) and was between 2.1% and 1.1% in each month, which in absolute measures was between 1.7 and 0.6 kg. The group with class 1 obesity reduced weight from an average of 96.1 ± 11.1 kg to 81.1 ± 12.4 kg, which was associated with a relative weight reduction of 15.7%. From month-to-month, the weight reduction that was found in the group was also statistically significant ($p = 0.0001$) and was between 1.9 and 0.5% in each month, which in absolute measures, was between 2.2 and 0.4 kg. The final group with class > 1 obesity demonstrated a reduction in mean body weight from 114.5 ± 14.6 to 96.8 ± 14.6 kg, which was associated with a relative weight reduction of 15.4%. The month-to-month decreases in weight reduction that were observed in the group were statistically significant ($p = 0.0001$) at between 2.3% and 0.9% each month, which in absolute measures was between 3.0 and 0.8 kg. Significant differences in the rate of weight loss in each month between groups were noted in months 2, 6, 8, 9, 10, 11 and 12 of participation in the program—the differences between the groups are shown in Table 4. To summarize the 12 months of the program, all three groups significantly reduced their body weight. In absolute values, the greatest reduction in body weight in kilograms was observed in the group with obesity class > 1, the mean value of reduced body weight was 17.7 kg compared to the group with overweight (13.8 kg) and the group with obesity class (1–15 kg) ($p = 0.001$). However, in relative terms, i.e., reduced percentage of body weight, a more significant reduction ($p = 0.007$) was found by those in the overweight group (16.6%). The group with class 1 obesity reduced body weight by 15.7%, and the group with class > 1 obesity by 15.4% (these values were not significantly different). More information about the changes in body weight in all three BMI groups is presented in Table 4.

Table 4. Changes in body weight in BMI groups over 12 months.

Body Mass	Overweight (n = 161)					Obesity Class 1 (n = 135)					Obesity Class > 1 (n = 104)					
	Mean ± SD (kg)	Median (Min–Max) (kg)	Change (%)	Change (kg)	p *	Mean ± SD (kg)	Median (Min–Max) (kg)	Change (%)	Change (kg)	p **	Mean ± SD (kg)	Median (Min–Max) (kg)	Change (%)	Change (kg)	p *	p **
Start	83.9 ± 10.6	82 (63–118)	-	-	-	96.1 ± 11.1	97 (69–121.9)	-	-	-	114.5 ± 14.6	115 (90.9–156.8)	-	-	-	-
In 1 month	82.2 ± 10.3	81 (62–112.5)	-2.1	-1.7	0.0001	94.3 ± 10.9	95 (68–119)	-1.9	-1.8	0.0001	111.9 ± 14.3	112 (89–151.8)	-2.3	-3	0.0001	0.54
In 2 months	80.9 ± 10.2	79.4 (60.6–107.9)	-1.6 ^a	-1.3		92.8 ± 10.9	93 (67–117)	-1.6 ^a	-1.5		109.8 ± 14.1	109 (87–148.2)	-1.9 ^b	-2.1		0.02
In 3 months	79.6 ± 10	78.1 (59.3–104)	-1.6	-1.3		91.6 ± 10.9	91.7 (66–116)	-1.3	-1.2		108 ± 14	107.2 (84.7–146)	-1.6	-1.8		0.06
In 4 months	78.3± 10	77.1 (57.5–103.2)	-1.6	-1.3		90.4 ± 10.9	90.2 (65–114.8)	-1.4	-1.2		106.2 ± 14.1	105.3 (80.2–144.4)	-1.7	-1.8		0.41
In 5 months	77.1± 10.04	76 (56.2–102.6)	-1.6	-1.2		88.6 ± 11.5	89.3 (64–114)	-0.9	-0.8		104.2 ± 14.2	104.1 (80.1–142.1)	-1.9	-2		0.17
In 6 months	75.9± 10.1	75 (54–101.9)	-1.7 ^a	-1.4		88.2 ± 11.6	88.1 (63–113)	-0.5 ^b	-0.4		102.9 ± 14.2	101.3 (75–138.1)	-1.2 ^a	-1.3		0.02
In 7 months	74.7± 10.2	74 (52.3–101)	-1.5	-1.2		87.1 ± 11.7	87 (62–112.1)	-1.2	-1.1		101.5 ± 14.4	99.9 (72.1–137)	-1.3	-1.4		0.06
In 8 months	73.6± 10.1	73 (51.8–100.2)	-1.5 ^a	-1.1		85.9 ± 11.7	86 (59.2–111)	-1.5 ^a	-1.2		100.4 ± 14.3	99.1 (72–136)	-1.1 ^b	-1.1		0.002
In 9 months	72.6 ± 10.2	72 (51–99.2)	-1.4 ^a	-1		84.9 ± 11.8	85 (57–109.8)	-1.2 ^a	-1		99.4 ± 14.3	98.1 (71.1–135)	-1 ^b	-1		0.0001
In 10 months	71.6 ± 10.2	70.8 (50.2–98.1)	-1.4 ^a	-1		82.7 ± 12.2	84.2 (54.2–109)	-2.6 ^b	-2.2		98.5 ± 14.5	97.6 (70.5–136)	-0.9 ^c	-0.9		0.0001
In 11 months	70.7 ± 10.3	69 (50–97)	-1.5 ^a	-0.9		82.2 ± 12.3	84 (51.1–107)	-0.6 ^b	-0.5		97.6 ± 14.6	97 (70–137)	-0.9 ^b	-0.9		0.0001
In 12 months	70.1 ± 10.4	68.7 (49.8–95)	-1.1 ^a	-0.6		81.1 ± 12.4	82.5 (50.1–108)	-1.3 ^a	-1.1		96.8 ± 14.6	96.1 (69.2–134.5)	-0.9 ^b	-0.8		0.002
After 12 months	70.1 ± 10.4	68.7 (49.8–95)	-16.6 ^a	-13.8	81.1 ± 12.4	82.5 (50.1–108)	-15.7 ^b	-15	96.8 ± 14.6	96.1 (69.2–134.5)	-15.4 ^b	-17.7	0.0007			

* Significance of the change in body weight compared to the previous month—Friedman’s rank test. ** a,b,c Kruskal–Wallis test—difference between groups.

The decrease in BMI in all three groups over each month was statistically significant ($p = 0.0001$). After 12 months, BMI in the overweight group decreased from a mean of

27.6 ± 1.28 to 23 ± 0.9 , in the group with class 1 obesity, BMI decreased from a mean of 31.8 ± 1.1 to 26.8 ± 0.8 , and in the group with class > 1 obesity, it decreased from a mean of 38.4 ± 3.5 to 32.5 ± 2.9 . The rate of weight loss is shown in Figure 2.

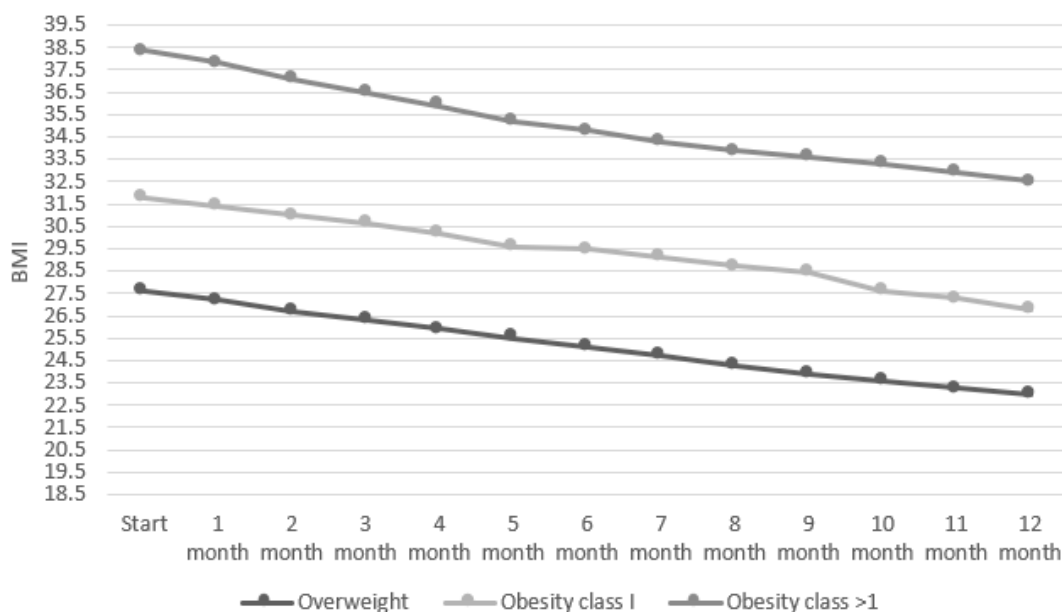


Figure 2. Rate of decline in BMI over 12 months. BMI: body mass index.

Additionally, in relative terms, i.e., reduced percentage of BMI, a more significant reduction ($p = 0.007$) was found in the overweight group (16.6%). The group with class 1 obesity reduced BMI by 15.7%, and the group with class > 1 obesity by 15.4% (these values were not significantly different). The t-test results indicated significant differences between the body weight of the participants in the three-month intervals, between the start and the 3rd month (-5.03 ± 2.44 kg), the 3rd month and the 6th month (-4.18 ± 1.81 kg), the 6th month and the 9th month (-3.43 ± 1.5 kg), 9th month and the 12th month (-2.6 ± 2.15 kg) and between the start and 12th month (-15.27 ± 5.11 kg) ($p < 0.0001$ for all periods). These differences were also statistically significant in the individual BMI groups. More information about the changes in BMI in every month is presented in Figure 3.

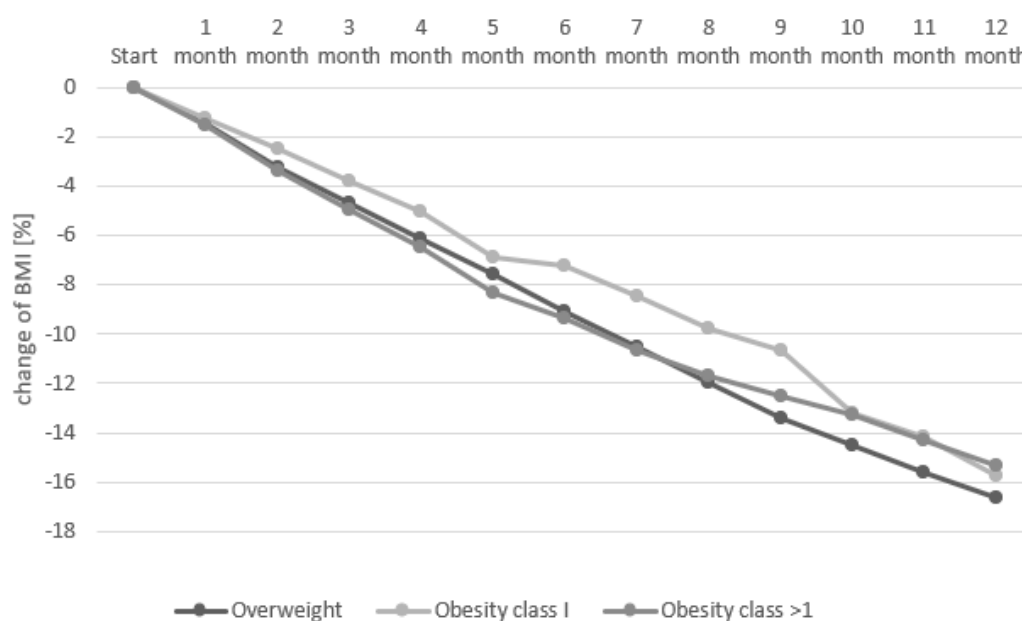


Figure 3. Rate of decline in BMI over 12 months in percentage (%).

In order to evaluate the effectiveness of weight reduction in each BMI group, we assumed the attainment of normal weight, a reduction in body weight by one baseline degree, and a relative weight reduction expressed as a percentage in order to qualify individuals as having achieved a weight reduction effect at a certain level. The first way was to determine how many individuals of each BMI group reduced their weight to a normal BMI, i.e., less than 25. In the overweight group, the final normal BMI was achieved by 86.3% of individuals; in the group with class 1 obesity, it was achieved by 11.9%; in the group with obesity class > 1, it was achieved by 0.9% of individuals. A second way to determine the success of the intervention was to reduce one's BMI by one baseline degree. In the overweight group, this effect was demonstrated by 86.3% of individuals, in the class 1 obesity group by 99.2% of individuals, and in the class > 1 obesity group by 78.8% of individuals. The other four ways to determine success in weight reduction were to reduce baseline BMI by at least 5%, 10%, 15% and 20%. All participants achieved at least a 5% reduction in BMI, and almost all achieved at least a 10% reduction. More participants in the overweight group achieved at least a 15% and 20% reduction in BMI compared to the other two groups (Table 5).

Table 5. Effectiveness of a 12-month weight reduction program as expressed in changes in BMI values.

Variable	Overweight Patients (n = 161)	Patients with Class 1 Obesity (n = 135)	Patients with Class > 1 Obesity (n = 104)
Number of patients with BMI < 25 at the beginning of the intervention		0	
% of patients with BMI < 25 at the beginning of the intervention		0%	
Number of patients with BMI < 25 after 12 months	139	16	1
% of patients with BMI < 25 after 12 months	86.3%	11.9%	0.9%
Number of patients who reduced BMI by 1 baseline degree	139	134	82
% of patients who reduced BMI by 1 baseline degree	86.3%	99.2%	78.8%
% of patients who reduced BMI by at least 5%		100%	
% of patients who reduced BMI by at least 10%	100%	97.7%	89.4%
% of patients who reduced BMI by at least 15%	60.8%	46.1%	44.2%
% of patients who reduced BMI by at least 20%	21.2%	18.2%	16.3%

The energy requirements of the observed patients also changed significantly ($p = 0.0001$) over the 12 months. Total energy requirements in the overweight group decreased from an average of 2741 ± 422 to 2350 ± 186.8 kcal, a change of 13.4%. In the group with class 1 obesity, the mean TMR decreased from 2867 ± 407 kcal to 2322 ± 205 kcal—this change was 18.9 %. In the group with >1-degree obesity, the mean TMR decreased from 3127 ± 462 to 2414 ± 202.9 kcal—this change was 22.7%. More data on changes in TMR, including changes in basal metabolic rate, are shown in Table 6.

Table 6. Change in basal metabolic rate (BMR) and total metabolic rate (TMR) after 12 months of intervention.

Variable	Overweight Patients (<i>n</i> = 161)	Patients with Class 1 Obesity (<i>n</i> = 135)	Patients with Class 2 and 3 Obesity (<i>n</i> = 104)	<i>p</i> *
BMR at the beginning (kcal)	1745 ± 231	1964 ± 269	2248 ± 349	0.0001
BMR after 12 months (kcal)	1497 ± 119.6	1591.2 ± 141	1737 ± 146	
BMR change in %	−13.4%	−18.9%	−22.7%	
TMR at the beginning (kcal)	2741 ± 422	2867 ± 407	3127 ± 462	
TMR after 12 months (kcal)	2350 ± 186.8	2322 ± 205	2414 ± 202.9	
TMR change in %	−13.4%	−18.9%	−22.7%	

* Kruskal–Wallis Test.

4. Discussion

Analyzing the results, it is worth noting that the overweight subjects were significantly younger than the subjects in the other groups, which theoretically could have affected the effect obtained and could have been a differentiating factor in the weight loss results. Therefore, we additionally performed an analysis of weight loss in relation to age, and it showed no significant differences ($p = 0.14$) in weight loss due to the age of the observed subjects. It is noteworthy that compared to obese subjects, the overweight group also showed a higher leisure-time physical activity rate (PAL of 1.57 ± 0.11 vs. 1.46 ± 0.13 and 1.39 ± 0.12), and this may have influenced the final outcome in weight loss. Although the BMI groups had similar exercise-related activity, it is undoubtedly the case that greater spontaneous physical activity (NEAT) was a factor supporting weight loss in the overweight group.

Interesting results were observed by researchers Bautista-Castaño et al. [20]. In their study, a group of overweight patients also recorded higher weight loss. Although, all groups had similar levels of PAL. Additionally, the poorest outcomes applied to those subjects with childhood obesity and those who had obese parents. In another intervention-oriented study aimed at reducing patient weight, flexible endoscopic suturing for endoluminal gastric volume reduction was used. A multidisciplinary team provided post-procedure care. Patient outcomes were recorded one year after the procedure. The number of dietary and psychological contacts was a predictor of good weight loss results. In the linear regression analysis, adjusted for initial BMI, variables associated with %TBWL included frequency of dietary ($\beta = 0.563$, $p = 0.014$) and psychological contacts ($\beta = 0.727$, $p = 0.025$) [21].

Leaving aside leisure time activity, all groups in our study were similar in the number of trainings per week and the timing of these trainings, and thus, over the weeks, all individuals devoted a similar amount of time to training activity. Another strength of the study is the similar proportion of men and women in the three study groups. According to our literature analysis, there are very few publications dealing with the topic of the association of baseline BMI values with the rate of weight loss, and the available publications discussed below describe an intervention in which the majority of the study group was female. In a similar study to ours by Acharya et al. [22], the number of men was 14%, and in the study by Heshka et al. [23], men made up 18% of the group. This excluded the possibility of differentiation within groups due to the quantitative advantage of either sex.

What is worth emphasizing is that in our study, in all groups with different BMI values, a decrease in body weight was observed in each month of the program. There was no stopping of weight loss at any period of the intervention, which may indicate an appropriate adjustment of the diet and training plan for the subjects and their high motivation to participate in the program throughout its length. The rate of weight loss should be considered high compared to other similar studies analyzing this aspect. Additionally, it can be observed that the decrease in body weight in each three-month interval was decreasing during the 12-month intervention. The changes in body weight were most significant in the first three months and the least between the 9th and 12th months (measured in kilograms).

In another intervention study based on lifestyle changes, a weight loss of 2.3% for men and 1.6% for women was reported over 12 months [24]. In the study by Sacks et al., weight loss after 12 months was 7% of the original body weight. Participants, similarly to our study, were subjected to a nutritional intervention combined with physical activity for 90 min per week [25]. Comparable results were also reported by Reseland et al. [26]. In this 12-month intervention involving an energy deficit diet and exercise program, subjects reduced their body weight by an average of 6.8%. Our study shows that regardless of their baseline BMI, the observed subjects achieved great success in reducing their body weight, but the effect is more pronounced in overweight subjects. These findings stand in opposition to the results of literature reviews on whether BMI is a differentiating factor in the rate of weight loss following a lifestyle change intervention. A 2014 systematic literature review bringing together the analysis of 13 intervention studies indicates that there were no differences in percentage weight loss among groups with different BMIs [27]. Similar findings were noted by the authors of a literature review on this topic from 2005 [28]. However, it is worth emphasizing the fact that the studies analyzed in these systematic reviews had different methodologies and differed from each other. Some of them were based only on the change in diet, others on dietary recommendations, and still, others were based on the change in diet and increasing the level of physical activity.

In our study, we sought to determine what percentage of observed individuals achieved success as a result of the intervention. We chose to focus on three aspects related to reducing one's body weight. The first and most rigorous was to bring one's body weight to a normal BMI. In our study, the overweight group overwhelmingly achieved this goal (86.3%). Significantly less of those with class 1, 2 and 3 obesity reduced their body weight below a BMI of 25. The second established determinant of weight loss success may be reducing one's BMI grade by one baseline degree. Given this factor, by far, the majority of each BMI group achieved their goal. Our last suggestion for evaluating weight loss success is to determine the number of people who managed to reduce their body weight by at least 5%, 10%, 15% or 20% of their baseline BMI, which on an ascending scale shows how much weight loss people in each BMI class can count on. Here, too, according to our observations, individuals in the overweight group reduced their body weight to the greatest extent. Finally, it is also worth noting that as body weight decreases, our basal and total energy requirements decrease [29,30]. Therefore, after a successful weight loss intervention, further nutritional education for patients is necessary to teach them how to eat in order to maintain their lower body weight.

Limitations of the Study

The study had some limitations. Due to the nature of the online intervention, we cannot confirm with certainty that the subjects adhered to the protocol 100 percent. Of course, in the course of the intervention, we checked the degree of program implementation. The study lasted 12 months, but it did not assess the degree of weight maintenance after the intervention. Due to the technological limitation, we also did not measure energy expenditure during exercise and throughout the day, which could have influenced the observed results. Furthermore, the study was unable to compare the mobile-based lifestyle intervention group with the offline intervention group to tell whether the online intervention was more effective than the offline one.

5. Conclusions

5.1. Main Conclusions

In conclusion, applying the same lifestyle changes (including changes in physical activity and diet) to individuals with different initial BMI can result in different outcomes in particular BMI classes. It is likely that the greatest effects will be achieved by overweight individuals, although this hypothesis would still need to be confirmed in other scientific studies.

An online weight reduction program with close follow-up and a program using dietary modifications and recommendations for physical exercise is an effective method to reduce weight in overweight and obese patients. Reduction in body weight is higher in obesity class > 1 in comparison with obesity class 1 and overweight patients, and % of weight loss is higher in overweight in comparison with obese patients.

Subjects with lower BMI achieved more significant reductions in their relative body weight than obese ones. In our study, the overweight participants had slightly higher non-training physical activity, which could have influenced the results.

5.2. Other Conclusions

A very important observational result is that the weight loss in all groups was almost linear, and all subjects were successful in weight reduction. Almost all the participants had at least a 5–10% decrease in BMI. At least a 15% decrease in BMI was observed most often with the overweight participants. Factors that most likely influenced this were the appropriately selected dietary and exercise intervention, patient support throughout the study period, and adequate levels of motivation within the patient group. Diet individually adjusted to the patient's taste preferences increased the success rate of the plan.

Author Contributions: Data curation, J.W. and K.G.; formal analysis, J.W., M.W. and D.W.; methodology, J.W.; project administration, J.W.; supervision, D.W. and M.W.; writing—original draft, J.W., O.W. and K.G.; writing—review and editing, D.W. and M.W. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The local Ethics and Scientific Research on Humans Commission of Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences—SGGW (Warsaw University of Life Sciences) approved the research project (approval number: 35/2021).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data that support the findings of this study are available from the first author (J.W.) upon reasonable request.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Over Half of Adults in the UE Are Overweight. Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210721-2> (accessed on 1 May 2022).
2. Obesity and Overweight. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed on 1 May 2022).
3. Disparities in the Risk and Outcomes of COVID-19. Available online: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/908434/Disparities_in_the_risk_and_outcomes_of_COVID_August_2020_update.pdf (accessed on 1 May 2022).
4. Popkin, B.M.; Du, S.; Green, W.D.; Beck, M.A.; Algaith, T.; Herbst, C.H.; Alsukait, R.F.; Alluhidan, M.; Alazemi, N.; Shekar, M. Individuals with obesity and COVID-19: A global perspective on the epidemiology and biological relationships. *Obes. Rev.* **2020**, *21*, e13128. [CrossRef] [PubMed]
5. Bailly, S.; Fabre, O.; Legrand, R.; Pantagis, L.; Mendelson, M.; Terrail, R.; Tamisier, R.; Astrup, A.; Clément, K.; Pépin, J.L. The Impact of the COVID-19 Lockdown on Weight Loss and Body Composition in Subjects with Overweight and Obesity Participating in a Nationwide Weight-Loss Program: Impact of a Remote Consultation Follow-Up-The CO-RNPC Study. *Nutrients* **2021**, *23*, 2152. [CrossRef] [PubMed]
6. Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Włodarek, D. Alternative and online weight loss interventions during COVID-19 pandemic. *Rocz. Panstw. Zakł. Hig.* **2022**, *73*, 147–158. [PubMed]
7. Moin, T.; Damschroder, L.J.; AuYoung, M.; Maciejewski, M.L.; Havens, K.; Ertl, K.; Vasti, E.; Weinreb, J.E.; Steinle, N.I.; Billington, C.J.; et al. Results from a Trial of an Online Diabetes Prevention Program Intervention. *Am. J. Prev. Med.* **2018**, *55*, 583–591. [CrossRef]
8. González-Jurado, J.A.; Suárez-Carmona, W.; López, S.; Sánchez-Oliver, A.J. Changes in Lipoinflammation Markers in People with Obesity after a Concurrent Training Program: A Comparison between Men and Women. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 6168. [CrossRef]

9. Schurmans, G.; Caty, G.; Reyckler, G. Is the Peri-Bariatric Surgery Exercise Program Effective in Adults with Obesity: A Systematic Review. *Obes. Surg.* **2022**, *32*, 512–535. [\[CrossRef\]](#)
10. Wadden, T.A.; Tsai, A.G.; Tronieri, J.S. A protocol to deliver intensive behavioral therapy (IBT) for obesity in primary care settings: The MODEL-IBT program. *Obesity* **2019**, *27*, 1562–1566. [\[CrossRef\]](#)
11. Huang, J.W.; Lin, Y.Y.; Wu, N.Y. The effectiveness of telemedicine on body mass index: A systematic review and meta-analysis. *J. Telemed. Telecare* **2019**, *25*, 389–401. [\[CrossRef\]](#)
12. Gutin, I. In BMI We Trust: Reframing the Body Mass Index as a Measure of Health. *Soc. Theory Health* **2018**, *16*, 256–271. [\[CrossRef\]](#)
13. Lee, D.H.; Giovannucci, E.L. Body composition and mortality in the general population: A review of epidemiologic studies. *Exp. Biol. Med.* **2018**, *243*, 1275–1285. [\[CrossRef\]](#)
14. Zomer, E.; Gurusamy, K.; Leach, R.; Trimmer, C.; Lobstein, T.; Morris, S.; James, W.P.; Finer, N. Interventions that cause weight loss and the impact on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.* **2016**, *17*, 1001–1011. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
15. Haywood, D.; Lawrence, B.J.; Baughman, F.D.; Mullan, B.A. A Conceptual Model of Long-Term Weight Loss Maintenance: The Importance of Cognitive, Empirical and Computational Approaches. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *13*, 635. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
16. Lewandowicz, M.; Krzyżmińska-Siemaszkó, R.; Wieczorowska-Tobis, K. A review of methods of dietary assessment with the distinction of food photography method with possibility of their use in elderly people. *Geriatrics* **2015**, *9*, 3–10.
17. Jarosz, M. Normy Żywienia dla Populacji Polski–Nowelizacja. *IŻŻ*; 2012; pp. 35–36. Available online: <https://www.gov.pl/attachment/c9b1d0eb-a8ae-45eb-8f2e-b66566ab882c> (accessed on 19 June 2022). (In Polish)
18. Jarosz, M. Normy Żywienia dla Populacji Polski. *IŻŻ*; 2017; pp. 11–311. Available online: <https://www.gov.pl/attachment/3259f9ef-d8ae-49ab-8f19-4787d686df31> (accessed on 19 June 2022). (In Polish)
19. Johansson, G.; Westerterp, K.R. Assessment of the physical activity level with two questions: Validation with doubly labeled water. *Int. J. Obes.* **2008**, *32*, 1031–1033. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Bautista-Castaño, I.; Molina-Cabrillana, J.; Montoya-Alonso, J.A.; Serra-Majem, L. Variables predictive of adherence to diet and physical activity recommendations in the treatment of obesity and overweight, in a group of Spanish subjects. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* **2004**, *28*, 697–705. [\[CrossRef\]](#)
21. Lopez-Nava, G.; Galvao, M.; Bautista-Castaño, I.; Fernandez-Corbelle, J.P.; Trell, M. Endoscopic sleeve gastropasty with 1-year follow-up: Factors predictive of success. *Endosc. Int. Open.* **2016**, *4*, 222–227. [\[CrossRef\]](#)
22. Acharya, S.D.; Elci, O.U.; Sereika, S.M.; Music, E.; Styn, M.A.; Turk, M.W.; Burke, L.E. Adherence to a behavioral weight loss treatment program enhances weight loss and improvements in biomarkers. *Patient Prefer. Adherence* **2009**, *3*, 151–160.
23. Heshka, S.; Anderson, J.W.; Atkinson, R.L.; Greenway, F.L.; Hill, J.O.; Phinney, S.D.; Kolotkin, R.L.; Miller-Kovach, K.; Pi-Sunyer, F.X. Weight loss with self-help compared with a structured commercial program: A randomized trial. *JAMA* **2003**, *9*, 1792–1798. [\[CrossRef\]](#)
24. ter Bogt, N.C.; Bemelmans, W.J.; Beltman, F.W.; Broer, J.; Smit, A.J.; van der Meer, K. Preventing weight gain: One-year results of a randomized lifestyle intervention. *Am. J. Prev. Med.* **2009**, *37*, 270–277. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
25. Sacks, F.M.; Bray, G.A.; Carey, V.J.; Smith, S.R.; Ryan, D.H.; Anton, S.D.; McManus, K.; Champagne, C.M.; Bishop, L.M.; Laranjo, N.; et al. Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *N. Engl. J. Med.* **2009**, *26*, 859–873. [\[CrossRef\]](#)
26. Reseland, J.E.; Anderssen, S.A.; Solvoll, K.; Hjermann, I.; Urdal, P.; Holme, I.; Drevon, C.A. Effect of long-term changes in diet and exercise on plasma leptin concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.* **2001**, *73*, 240–245. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
27. Barte, J.C.; Veldwijk, J.; Teixeira, P.J.; Sacks, F.M.; Bemelmans, W.J. Differences in weight loss across different BMI classes: A meta-analysis of the effects of interventions with diet and exercise. *Int. J. Behav. Med.* **2014**, *21*, 784–793. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
28. Teixeira, P.J.; Goings, S.B.; Sardinha, L.B.; Lohman, T.G. A review of psychosocial pre-treatment predictors of weight control. *Obes. Rev.* **2005**, *6*, 43–65. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
29. Kouda, K.; Nakamura, H.; Kohno, H.; Okuda, T.; Higashine, Y.; Hisamori, K.; Ishihara, H.; Tokunaga, R.; Sonoda, Y. Metabolic response to short-term 4-day energy restriction in a controlled study. *Environ. Health Prev. Med.* **2006**, *11*, 89–92. [\[CrossRef\]](#)
30. Wadden, T.A.; Foster, G.D.; Letizia, K.A.; Mullen, J.L. Long-term effects of dieting on resting metabolic rate in obese out-patients. *JAMA* **1990**, *264*, 707–711. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

Warszawa 21.09.2024

Jakub Woźniak

Jakub_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study*. *Nutrients*. 2022, 14, 3281, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: zbieraniu danych, analizie danych, opracowaniu metodyki badań, napisaniu publikacji, edycji publikacji.

Podpis:

Jakub Woźniak

Warszawa 21.09.2024

Katarzyna Woźniak

katarzyna_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study*. Nutrients. 2022, 14, 3281, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: zebraniu danych, napisaniu części publikacji.

Podpis:

Katarzyna Woźniak

Warszawa 21.09.2024

Michał Wrzosek

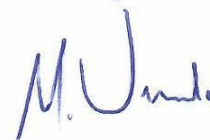
Michal.wrzosek@centrumrespo.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study*. *Nutrients*. 2022, 14, 3281, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: analizie danych, wykonaniu recenzji i edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Dariusz Włodarek

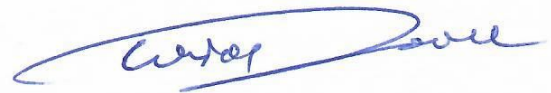
dariusz_wlodarek@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study*. Nutrients. 2022, 14, 3281, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: opracowaniu ogólnej koncepcji publikacji, wykonaniu recenzji oraz edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Olga Wojciechowska

71464@student.ump.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI – A prospective Cohort Study*. Nutrients. 2022, 14, 3281, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: napisaniu części publikacji.

Podpis:



Article

Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-Month Body Weight Reduction Program Conducted Online—A Prospective Cohort Study

Jakub Woźniak ^{1,*} , Katarzyna Woźniak ², Olga Wojciechowska ² , Michał Wrzosek ² and Dariusz Włodarek ¹

¹ Department of Dietetics, Institute of Human Nutrition, Warsaw University of Life Sciences (WULS-SGGW), Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warsaw, Poland

² Centrum Respo, Chmielna 73, 00-801 Warsaw, Poland

* Correspondence: jakub_wozniak@sggw.edu.pl

Abstract: Overweight and obesity are a cause of many non-communicable diseases leading to an increased risk of death. There are many programs aimed at weight reduction, but few publications have evaluated their effectiveness according to the gender and age of the subjects. The purpose of this study is to evaluate the effects of age and gender on weight loss outcomes in subjects participating in a 12-month online weight loss program. 400 subjects, 190 men and 210 women, were included in the study. The online intervention consisted of a 15% energy deficit diet and training (RESPO method). Changes in body weight over 12 months were similar ($p = 0.14$) across age groups. Weight reductions by month were statistically significant ($p = 0.0001$) in both groups. We noted no differences in weight loss between men and women expressed in kilograms. However, women reduced their body weight to a greater extent, i.e., by 2.7 percentage points, than men. Gender is a factor that may influence the effectiveness of weight loss programs, while age demonstrates no such influence. Our study shows that significant weight reduction during weight loss therapy is achieved by both men and women, but women can expect better results.

Keywords: obesity; overweight; human; gender; men; women; energy restriction; physical activity; lose weight; online intervention



Citation: Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-Month Body Weight Reduction Program Conducted Online—A Prospective Cohort Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 12009. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912009>

Academic Editors: Eva Winzer and Maria Wakolbinger

Received: 23 August 2022

Accepted: 21 September 2022

Published: 22 September 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The number of adults with an abnormal body mass index (BMI) is escalating globally, with more and more people being categorised as overweight or obese. Moreover, the prediction models reckon that this shift in BMI will continue. Approximately, in the European Union (EU) 36% of people are considered overweight and 17% obese, which adds up to around 53% being considered above the recommended weight [1]. Obesity is a global concern as a risk factor for numerous diseases. Excessive fat accumulation in body is positively correlated with increased risk of diabetes type 2, cardiovascular diseases, musculoskeletal and kidney disorders and several types of cancer, including breast, ovarian, prostate, liver, gallbladder and colon [2]. In the United Kingdom only, it was estimated, that over GBP 6.1 billion were spent on obesity-related treatments from 2014 to 2015 [3]. What is more, the recent COVID-19 pandemic seems to escalate the prevalence of obesity. Prolonged lockdowns, extended stress and closure of indoor sport facilities could result in increased energy intake [4]. Moreover, obese individuals appear to have higher rates of hospitalization, intensive care unit (ICU) admissions and mortality after being infected with SARS-CoV-2 [5]. Ignored and untreated, obesity can lead to serious health issues or could be a cause of disability or even death. Therefore, it is crucial to understand and detect obesity to prevent and decrease its prevalence.

According to statistics, in the EU there is no systematic difference between the genders as regards the share of obese women and men [1]. However, men seem to be underrepre-

sented in weight loss programs. Numerous weight-loss interventions target mostly women. Furthermore, social norms and negative body image could be the cause why women engage with dietary programs more frequently [6]. Despite that, it has been argued that males are more successful with weight loss during dietary interventions [7]. That could be caused by different fat distribution among genders and lower average fat mass percentage in men, compared to women [8]. Age has been positively correlated with excessive fat mass. In the EU, the percentage of overweight individuals is increased with age [1]. The age group “18–24” has the lowest prevalence of overweight individuals (25%), while in the age group “65–74” almost 66% had been classified as overweight. Studies suggest a broad variation in weight gain over time in different populations. In western countries weight increase among adults was estimated between 200 and 400 g/year [9]. Therefore, it is important to target the prevalence of obesity. It is estimated that even moderate weight loss of 5–10% of the baseline weight is sufficient for health improvements [10].

2. Methodology

2.1. Study Design and Purpose

This study was designed as an observational, prospective, open-labeled, twelve-month trial. Data collected concerned the weight loss program from January 2019 to December 2021. This report is an extension of the observations made and described in the previously published article [11]. In the previous work, we focused on the analysis of the results in terms of the impact of BMI on the rate of weight loss. To find out more about the methodology of the conducted research, we encourage you to read the quoted article [11]. Below we have focused on the most important aspects of the methodology. The purpose of this study is to evaluate the effects of age and gender on weight loss outcomes in subjects participating in a 12-month online weight loss program. We focused on assessing weight changes over the course of the program in relative terms (percent reduction in baseline body weight) rather than in absolute terms (in kilograms). Describing weight loss in this way allows to look at the phenomenon in a more objective way.

2.2. Sample

720 overweight and obese subjects were recruited for the study. 400 subjects completed the protocol and was included in this analysis. The mean BMI in the group was 31.83 ± 4.77 (min 25.1 max 51.8). Men constituted 190 subjects and women 210 subjects. Inclusion criteria were overweight subjects between 18 and 55 years of age, no dietary intervention in the last 24 months, participation in a dietary intervention for 12 months, no musculoskeletal injuries, accessibility to a computer and/or telephone, no physician contraindication to regular physical activity.

2.3. Study Procedure and Intervention Characteristics

Data sources included nutrition and medical forms completed by subjects prior to the nutrition intervention, anthropometric measurements at baseline and taken during the intervention [12].

The online intervention consisted of a 15% energy deficit diet and training (RESPO method). Respo method (from the word “responsiveness”) is based on individual adjustment of the whole plan of losing weight. The Respo method is based on 4 fundamentals. The first is an individually tailored diet in terms of, among other things, taste preferences, number of meals or meal times. The second aspect of the method is a training plan adapted to the participants. The third foundation is constant contact with an online dietician, so that the participant could contact him at any time. The final aspect of this method is the emphasis on acquiring healthy eating habits. In the process of dietitian-participant collaboration, efforts were made to educate the participants as often as possible.

The intervention diet was designed according to the recommendations for healthy adults in Poland [13]. The energy value of the diet was reduced by 15% relative to the participants’ TDEE (total daily energy expenditure), which was determined based on BMR

(basal metabolic rate) estimated using the Harris and Benedict formula, including the physical activity index (PAL) as recommended by the Institute of Food and Nutrition in Poland. [13]. The level of physical activity was assessed by using the physical activity questionnaire published by Johansson and Westerterp [14].

The PAL coefficient oscillated between 1.2 and 2. The proportion of carbs in the diet was set at 50–55% of the energy value of the diet, with simple sugars added less than 10%. The proportion of energy from fat was 25–35% of the energy value of the diet. Protein, meanwhile, was set at 1.6 g of protein per kilogram of participants' body weight. [15]. The diet was balanced based on a program having the Food and Nutrition Institute and USDA product and food database. The general diet characteristics are presented in Table 1.

Table 1. General characteristic of interventional diet.

Variable	Value
Caloric value [%]	85% TDEE
Proteins [g/kg body mass]	1.6 g
Fats in total [%]	25–35% of energy
Carbohydrates [%]	50–55% of energy
Fiber [g]	30–40
Saturated FA [%]	<5% of energy
Monosaturated FA [%]	14–26% of energy
Polysaturated FA [%]	4–6% of energy

TDEE—total daily energy expenditure; FA—fatty acids.

2.4. Outcome Measurements

The measurements of height and weight were taken by the subjects themselves after a pre-prepared training session in which a specialized dietician demonstrated how to perform these steps correctly. Each subsequent measurement was taken by the subjects at home on an empty stomach every 14 days to minimize measurement error. Measurements were taken from home to make the entire intervention process as easy as possible for the participants. During the dietary intervention, participants were in constant contact with the dietitian and trainer and submitted bi-weekly reports including body weight. All participants in the study had contact with a dietitian at least every 2 weeks to ensure the same model of intervention for each person. In addition, they completed a running diary each day to monitor the actual intake of the intended diet. Each study participant received appropriate instructions for completing the food diary.

2.5. Statistical Analysis

STATISTICA 13.3 PL package (TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13 was used to elaborate the data obtained. For all statistical analysis, a level of $p < 0.05$ was taken as the cut-off for rejection of the null hypothesis. Basic descriptive statistics were calculated for quantitative data and distributions of qualitative characteristics were determined using multivariate (contingency) tables. The significance of differences in the distribution of qualitative characteristics was tested using the χ^2 test in combination with the multivariate tables. Due to the rejection for most of the analyzed variables by the W Shapiro–Wilk test of the hypothesis of normality of distribution and the expression of a significant part of the variables in ordinal scales, non-parametric tests were used in the study—the Mann–Whitney U test (with correction for continuity), the Wilcoxon signed-rank test and ANOVA—Kruskal–Wallis or Friedman with post hoc tests, respectively.

3. Results

Immediately prior to the dietary intervention, the mean BMI of subjects participating in the weight reduction program was 31.83 ± 4.77 . The mean age was 33.42 ± 7.2 years. Physical activity as measured by PAL was at a moderate level and was 1.49 ± 0.15 . The general characteristics of the subjects at the beginning of the intervention are shown in Table 2.

Table 2. General characteristics of participants at the beginning of the intervention.

Variable	The Whole Group n = 400 Women = 210 Men = 190	
	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)
Age [years]	33.42 ± 7.2	32 (19–55)
Height [m]	1.73 ± 0.09	1.73 (1.50–2.02)
Body mass [kg]	95.99 ± 17.01	95 (63–156.8)
BMI [kg/m ²]	31.83 ± 4.77	30.9 (25.1–51.7)
BMR [kcal]	1950.1 ± 342	1911 (1323–3108)
PAL	1.49 ± 0.15	1.5 (1.2–2.0)
TDEE [kcal]	2883.9 ± 454.1	2837 (1984–4603)

BMI: body mass index; BMR: basal metabolic rate; PAL: physical activity level; TDEE: total daily energy expenditure.

The numbers of subjects after splitting into groups were as follows: 190 men and 210 women. The study groups did not differ statistically significantly in age, BMI values, physical activity index (PAL), total time spent training per week. Men were taller, had higher absolute body weight, higher basal and total metabolism than women. Additionally, women trained more frequently ($p = 0.01$) than men on a weekly basis; on the other hand, their time per training unit was significantly shorter ($p = 0.02$), it was 55 ± 17.99 min on average compared to 58.7 ± 17.96 min for men. The characteristics of the men and women participating in the study at the beginning of the intervention are presented in Table 3.

Table 3. Characteristics of women and men at the beginning of the intervention.

Variable	Men (n = 190)		Women (n = 210)		<i>p</i> *
	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)	Mean $\pm$ SD	Median (Min–Max)	
Age [years]	33.43 ± 6.9	32 (19–55)	34.41 ± 7.45	31 (20–55)	0.48
Height [m]	1.80 ± 0.07	1.80 (1.57–2.02)	1.67 ± 0.06	1.68 (1.5–1.87)	0.00001
Body mass [kg]	103.6 ± 16	103 (64.8–156.8)	89.1 ± 14.8	87 (63–142)	0.00001
BMI [kg/m ²]	31.9 ± 4.54	30.86 (25.1–48.9)	31.8 ± 4.98	31 (25.2–51.76)	0.54
BMR [kcal]	2156 ± 310	2147 (1360–3108)	1763 ± 251	1695 (1323–2898)	0.00001

Table 3. *Cont.*

Variable	Men (n = 190)		Women (n = 210)		<i>p</i> *
	Mean ± SD	Median (Min-Max)	Mean ± SD	Median (Min-Max)	
PAL	1.48 ± 0.15	1.42 (1.2–2.0)	1.49 ± 0.14	1.5 (1.2–2.0)	0.07
TDEE [kcal]	3173 ± 410	3140 (2230–4603)	2621 ± 310	2592 (1984–3921)	0.00001
Trainings per week	3.13 ± 0.82	3 (1–7)	3.31 ± 0.84	3 (1–6)	0.01
Training time [min]	58.7 ± 17.96	60 (30–120)	55 ± 17.99	60 (30–120)	0.02
Training time per week [min]	185 ± 81.9	180 (90–330)	181.7 ± 76.7	180 (45–430)	0.59

* Mann–Whitney U Test.

The number of 18–29-year olds was 136, 30–39-year olds was 156 and 40–55-year olds was 108. There were no significant differences in the proportion of men and women in all 3 groups ($p = 0.33$). The groups did not differ in BMI, basal metabolism, total metabolism and training time both in terms of time per training unit and time spent training per week. Factors differentiating the groups, in addition to age, were absolute body weight, physical activity index, and number of trainings per week. Characteristics of all subjects observed at the beginning of the intervention divided into 3 age groups are presented in Table 4.

Table 4. Characteristics of participants at the beginning of the intervention by 3 age groups.

Variable	Person in Age 18–29 (n = 136) Women = 77 * Men = 59 *		Person in Age 30–39 (n = 156) Women = 75 * Men = 81 *		Person in Age 40–55 (n = 108) Women = 58 * Men = 50 *		<i>p</i> *
	Mean ± SD	Median (Min-Max)	Mean ± SD	Median (Min-Max)	Mean ± SD	Median (Min-Max)	<i>p</i> **
Height [m]	1.71 ± 0.09	1.72 (1.50–1.97)	1.74 ± 0.09	1.74 (1.5–2.02)	1.74 ± 0.08	1.74 (1.52–1.96)	0.21
Body mass [kg]	92.9 ± 15.6 ^a	90.6 (65–133)	97.09 ± 17.9 ^b	95 (63–156.8)	98.34 ± 16.9 ^b	97.9 (67–142.6)	0.03
BMI [kg/m ²]	31.17 ± 4.62	30.1 (25.1–51.76)	31.8 ± 4.84	30.86 (25.1–49.1)	32.7 ± 4.77	32.1 (25.2–51.4)	0.06
BMR [kcal]	1896 ± 313	1835 (1365–2793)	1979 ± 358	1953 (1323–3108)	1975 ± 351	1928 (1407–2994)	0.12
PAL	1.51 ± 0.14 ^a	1.5 (1.3–2.0)	1.47 ± 0.13 ^b	1.4 (1.2–1.9)	1.47 ± 0.14 ^b	1.4 (1.2–2.0)	0.02
TDEE [kcal]	2859 ± 437	2793 (2029–4199)	2906 ± 481	2891 (1984–4603)	2882 ± 435	2832 (2133–4040)	0.64
Trainings per week	3.29 ± 0.86 ^a	3 (1–6)	3.29 ± 0.86 ^a	3 (1–7)	3.03 ± 0.8 ^b	3 (1–4)	0.01
Training time [min]	56.9 ± 17.7	60 (30–120)	57.1 ± 20.5	60 (45–120)	56.1 ± 14.4	60 (30–90)	0.97
Training time per week [min]	189.4 ± 85	180 (45–400)	187.3 ± 83.4	180 (90–480)	169.9 ± 62.4	180 (60–360)	0.21

* Pearson's Chi-square Test—Gender between group; ** Kruskal–Wallis one-way analysis of variance by ranks;
^{a,b} Kruskal–Wallis Test—Difference between group.

In both groups after 12 months of intervention, the absolute reduction in body weight from month to month was significant ($p = 0.0001$) and was for men between 0.7 kg and 2.2 kg which was reflected in a relative weight reduction of between 0.9% and 2.2% each month. Women, on the other hand, reduced their body weight between 0.7–1.8 kg per month which in relative terms means a reduction of 0.9–2% in each subsequent month. During the 12 months of the program, men reduced their body weight by a total of 15.2 kg which means a relative weight reduction of 14.7%. In contrast, women lost weight by 15.4 kg and due to their lower initial body weight, this was reflected in a relative weight reduction of 17.4%. Women reduced their body weight at 12 months to a greater extent, i.e., by 2.7 percentage points at $p = 0.00001$ than men (Mann–Whitney U Test). Interestingly, in the first 3 months, men lost weight at a similar rate as women, but from the 4th to the 11th month the weight loss in their group was already lower than in the women's group. General changes in body weight in gender groups after 12 months are shown in Figure 1a,b. Changes in body weight in gender groups in every month are shown in Table S1-Supplementary Materials.

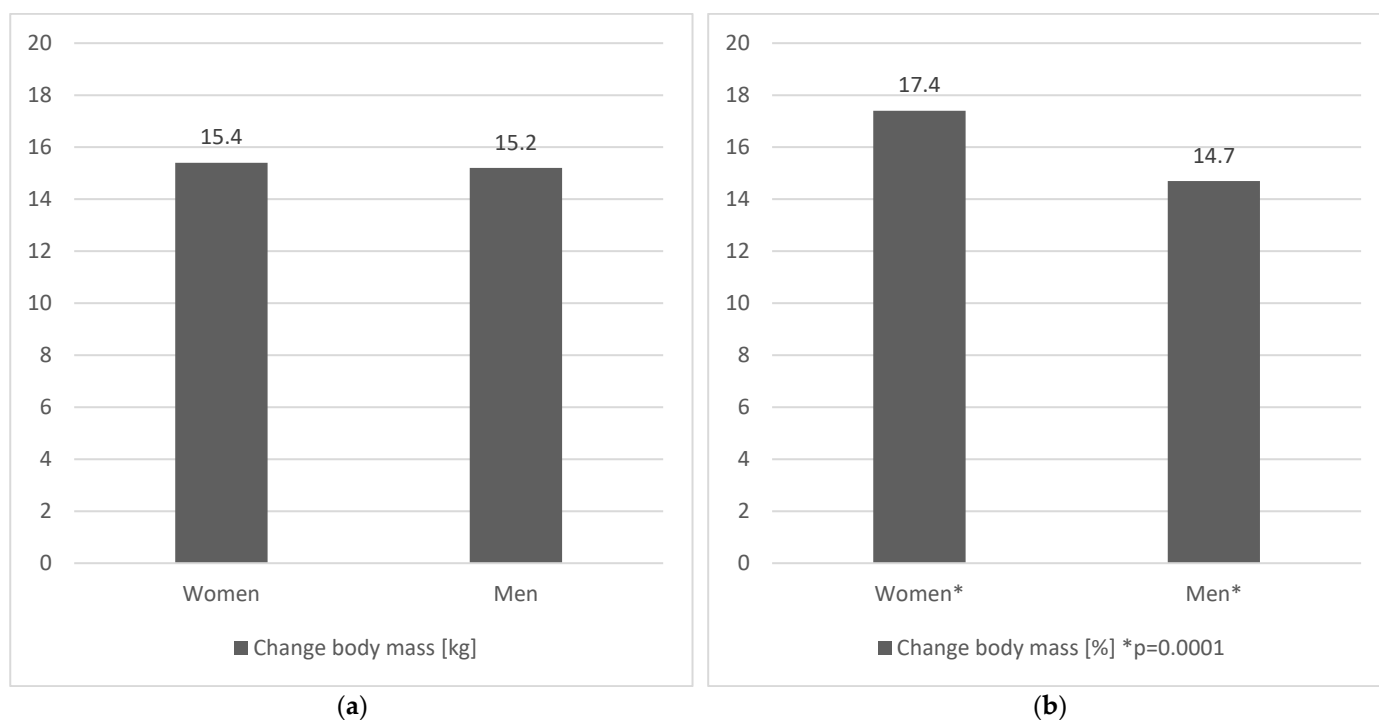


Figure 1. (a). Change in body weight (average) in men and women after 12 months expressed in absolute value [kg]. (b) Change in body weight (average) in men and women after 12 months expressed in relative value [%]. * Mann–Whitney U Test.

Changes in body weight across the 3 age groups over 12 months are shown in Figure 2. The relative weight reduction over 12 months was similar ($p = 0.14$) across age groups at approximately 16% (Kruskal–Wallis test). Person in age 18–29 reduced 16.5% of body mass, person in age 30–39 reduced 16% of body mass, person in age 40–55 reduced 15.9% of body mass. In other words, age did not affect the effectiveness of weight reduction in those participating in the online program. Similar to the gender groups, weight loss occurred in each month of the intervention and was significant relative to the previous month ($p = 0.0001$). More information about the changes in body weight across the 3 age groups in every month are presented in Table S2-Supplementary Materials.

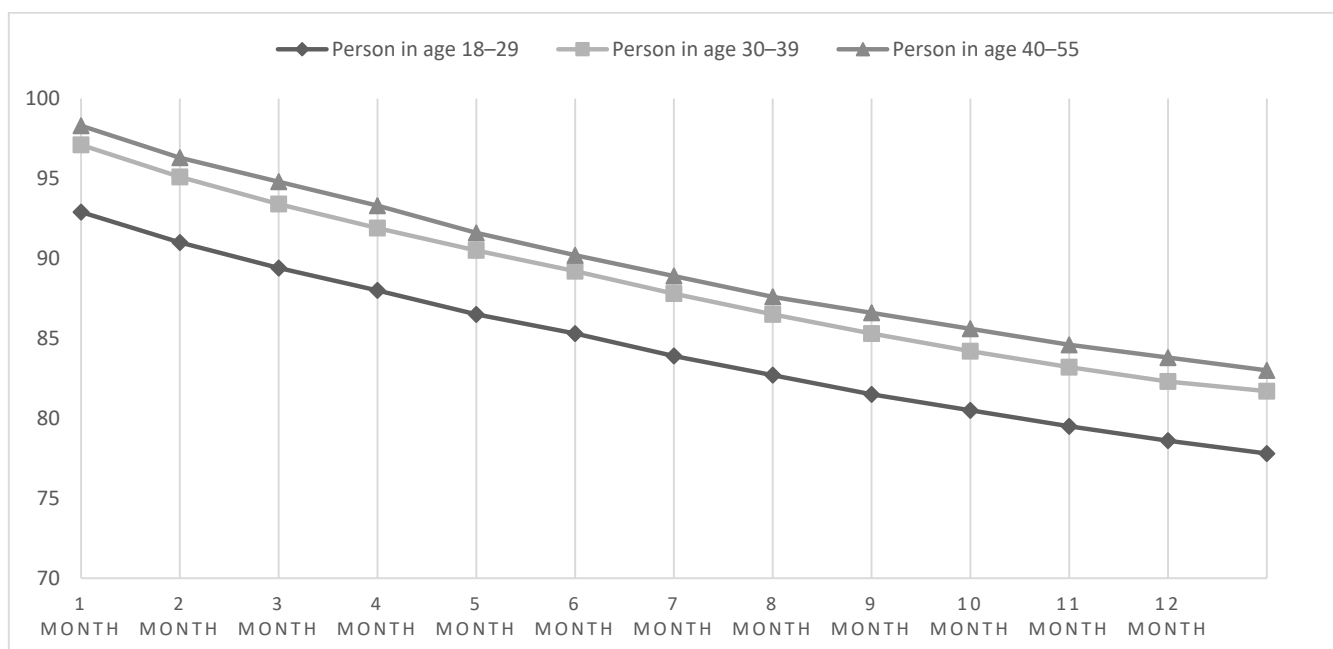


Figure 2. Mean rate of decline in body mass in the 3 age groups over 12 months [kg].

4. Discussion

In this study, we addressed the determination of the effect of gender on the magnitude of weight reduction during a therapeutic process conducted remotely via online communication. A very strong element of our study is the participation of a similar number of women and men (men constituted 47.5% of the group). Additionally, in the analysis of the different age groups, gender was not a differentiating determinant and so in all 3 groups the proportion of women and men was similar. This allowed to assess how age affects the rate of excess weight reduction without the important differentiating factor of gender. In a systematic review by Pagoto et al. [16], the researchers found that in the studies included in the review men accounted for only 27% of the total study population, additionally it is worth noting that this percentage was only slightly higher for obesity interventions with associated comorbidities (36% men). In another study targeting weight reduction, men made up only 20% of the study participants [17]. There are many hypotheses explaining the fact that men are less representative in studies evaluating the effectiveness of methods to reduce excess body weight. It is possible that women have a greater desire to change their body weight due to cultural pressures regarding their appearance [18]. On the other hand, men are culturally encouraged to maintain more muscle mass and therefore more body weight [19]. Still another hypothesis that is raised in the realm of relating the topic of weight loss is that socially the use of dieting is stereotypically associated with women [20,21]. Therefore, this study is unique in the literature on the topic in that a similar sized group of women and men were assessed. It also counters the general trend that men are less likely to participate in weight loss programs.

Interestingly, the available literature reviews are contentious in clearly defining whether gender affects the results obtained during weight loss. A systematic literature review from 2011 reported that such differences were not observed in the analyzed studies [22]. Similar observations are noted in studies on the effect of regular physical activity on the rate of weight loss. In a 2013 study lasting 10 months, subjects performed 5 cardio training sessions per week to reduce their body weight. The effect was a weight reduction of 3.9 ± 4.9 kg– 5.2 ± 5.6 kg on average, depending on the size of the energy deficit. Gender differences were not observed [23]. Our study also confirms a similar weight loss in both the female and male groups in absolute terms, but it is worth noting that the men had a higher body weight at the beginning of the study than the women, and therefore the

relative (percentage) weight reduction for the women was greater (17.4%) than for the men (14.7%). Expressing weight reduction in relative terms (percentages), in our opinion, is a much better way to determine the effectiveness and rate of excess weight reduction. There are studies showing a similar trend, i.e., better effects of weight reduction targeted programs in women. In a study by Sanal et. al., women reduced 4.3% of their body weight compared to men who reduced 3% of their body weight [24]. In the study by Gabriele et. al., women reduced 5.3% of body weight vs. 3.4% in men [25]. In opposition to these studies, there are publications showing that it is men who lose a greater percentage of body weight in studies targeting weight loss using changes in diet and physical activity levels [26,27]. Therefore, it is still unclear whether gender determines the magnitude and effectiveness of weight loss. Although men often show greater weight loss in absolute terms this is usually related to their greater baseline body weight. Additionally, it is worth noting that women in each study also significantly reduced their body weight. Currently, there is limited evidence saying that women and men should use different weight loss strategies. However, it is worth noting that strategies that combine dietary interventions with interventions that increase physical activity levels appear to be the most effective. The effectiveness of the dietary intervention combined with physical activity in the present study may have been due to the tailoring of the recommendations to the individual needs of the subjects and the continued support throughout the program. It seems that it is the combination of collaboration between the dietitian and trainer and active cooperation on the part of the participants that most contributes to the effectiveness of weight loss programs [28].

An important question addressed in this study was whether the age of the observed individuals affected the rate and effectiveness of weight reduction. It would seem that the older people get the more difficult it is to reduce body weight due to greater difficulty in acquiring new healthier eating habits or lower propensity to engage in increased physical activity such as trainings. Unfortunately, there are currently no studies that examine how age affects weight loss during weight loss therapy. Our results show that weight reduction occurs to a similar extent regardless of age. It is worth noting that this observation is unique in the literature. This may be related to the similar motivation to change one's lifestyle among the participants regardless of age. The dietitian, in the course of cooperation with the participant, supported them appropriately in keeping to the diet and training goals, depending on the situation. Another hypothesis explaining the results is that dietary changes and physical activity were appropriately adjusted to each participant. Both the diet and the training were not imposed but adapted to the abilities of each participant. The proposed method of weight loss, associated with online communication, seems to be accepted by both genders and allows for similar results in different age groups.

Limitations of the Study

The study had some limitations. Due to the nature of the online intervention, we cannot confirm with certainty that the subjects adhered to the protocol 100 percent. Of course, in the course of the intervention, we checked the degree of program implementation. The study lasted 12 months, but it did not assess the degree of weight maintenance after the intervention. Due to the technological limitation, we also did not measure energy expenditure during exercise and throughout the day, which could have influenced the observed results. Furthermore, the study was unable to compare the mobile-based lifestyle intervention group with the offline intervention group to tell whether the online intervention was more effective than the offline one.

5. Conclusions

An important element of our study comparing gender differences in the perceptions of lifestyle change interventions among the subjects is the fact that men were comparable to women. We noted no differences in weight loss between men and women expressed in kilograms. However, women reduced weight more than men when the amount of reduction was assessed in relative terms (percentages). In other words, gender may be

a differentiating factor in the magnitude of weight reduction in a long-term weight loss program. Our results also show that regardless of age, weight reduction occurs at a similar rate. This may be related to similar motivation to change one's lifestyle among participants in the follow-up regardless of age.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/ijerph191912009/s1>, Table S1. Changes in body weight in gender groups over 12 months. Table S2. Changes in body weight in the 3 age groups over 12 months.

Author Contributions: Data curation, J.W. and K.W.; formal analysis, J.W., M.W. and D.W.; methodology, J.W.; project administration, J.W.; supervision, D.W. and M.W.; writing—original draft, J.W., O.W. and K.W.; writing—review and editing, D.W. and M.W. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The local Ethics and Scientific Research on Humans Commission of Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences—SGGW (Warsaw University of Life Sciences) approved the research project (approval number: 35/2021).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data that support the findings of this study are available from the first author (J.W.) upon reasonable request.

Acknowledgments: The study was designed by Woźniak J.; data were collected and analyzed by Woźniak J., Wojciechowska O., Woźniak K.; data interpretation and manuscript preparation were undertaken by Wojciechowska O., Woźniak J., Wrzosek M. and Włodarek D. All authors approved the final version of the paper.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210721-2> (accessed on 1 May 2022).
- Available online: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353747/9789289057738-eng.pdf> (accessed on 1 May 2022).
- Available online: <https://www.gov.uk/government/publications/health-matters-obesity-and-the-food-environment/health-matters-obesity-and-the-food-environment--2> (accessed on 1 May 2022).
- Popkin, B.M.; Du, S.; Green, W.D.; Beck, M.A.; Algaith, T.; Herbst, C.H.; Alsukait, R.F.; Alluhidan, M.; Alazemi, N.; Shekar, M. Individuals with obesity and COVID-19: A global perspective on the epidemiology and biological relationships. *Obes. Rev.* **2020**, *21*, e13128. [CrossRef]
- Dicker, D.; Bettini, S.; Farpour-Lambert, N.; Frühbeck, G.; Golan, R.; Goossens, G.; Halford, J.; O'Malley, G.; Mullerova, D.; Ramos Salas, X.; et al. Obesity and COVID-19: The Two Sides of the Coin. *Obes. Facts.* **2020**, *13*, 430–438. [CrossRef]
- Crane, M.M.; Jeffery, R.W.; Sherwood, N.E. Exploring Gender Differences in a Randomized Trial of Weight Loss Maintenance. *Am. J. Mens. Health* **2017**, *11*, 369–375. [CrossRef]
- Bhagal, M.S.; Langford, R. Gender differences in weight loss; evidence from a NHS weight management service. *Public Health* **2014**, *128*, 811–813. [CrossRef]
- Chang, E.; Varghese, M.; Singer, K. Gender and Sex Differences in Adipose Tissue. *Curr. Diab. Rep.* **2018**, *18*, 69. [CrossRef]
- Haftenberger, M.; Mensink, G.B.; Herzog, B.; Kluttig, A.; Greiser, K.H.; Merz, B.; Nöthlings, U.; Schlesinger, S.; Vogt, S.; Thorand, B.; et al. Changes in body weight and obesity status in German adults: Results of seven population-based prospective studies. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2016**, *70*, 300–305. [CrossRef]
- Zomer, E.; Gurusamy, K.; Leach, R.; Trimmer, C.; Lobstein, T.; Morris, S.; James, W.P.; Finer, N. Interventions that cause weight loss and the impact on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev.* **2016**, *17*, 1001–1011. [CrossRef]
- Woźniak, J.; Garbacz, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. Effectiveness of a 12-Month Online Weight Reduction Program in Cohorts with Different Baseline BMI—A Prospective Cohort Study. *Nutrients* **2022**, *14*, 3281. [CrossRef]
- Lewandowicz, M.; Krzyżmińska-Siemaszkó, R.; Wieczorowska-Tobis, K. A review of methods of dietary assessment with the distinction of food photography method with possibility of their use in elderly people. *Geriatrics* **2015**, *9*, 3–10. Available online: <http://www.kierunek-zdrowie.pl/uploads/articles/Lewandowicz%20Przegl%C4%85d%20metod.pdf> (accessed on 1 May 2022). (In Polish)
- Jarosz, M. Normy Żywności dla Populacji Polski. IŻŻ. 2017; pp. 11–311. Available online: https://www.pzh.gov.pl/wp-content/uploads/2020/12/Normy_zywnosci_2020web-1.pdf (accessed on 1 May 2022). (In Polish)

14. Johansson, G.; Westerterp, K.R. Assessment of the physical activity level with two questions: Validation with doubly labeled water. *Int. J. Obes.* **2008**, *32*, 1031–1033. [[CrossRef](#)]
15. Vitale, K.; Getzin, A. Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients* **2019**, *11*, 1289. [[CrossRef](#)]
16. Pagoto, S.L.; Schneider, K.L.; Oleski, J.L.; Luciani, J.M.; Bodenlos, J.S.; Whited, M.C. Male inclusion in randomized controlled trials of lifestyle weight loss interventions. *Obesity* **2012**, *20*, 1234–1239. [[CrossRef](#)]
17. NWCR Facts [Webpage on the Internet]. National Weight Control Registry. 2014. Available online: <http://www.nwcr.ws/Research/default.htm> (accessed on 1 May 2022).
18. Zhang, L.; Rashad, I. Obesity and time preference: The health consequences of discounting the future. *J. Biosoc. Sci.* **2008**, *40*, 97–113. [[CrossRef](#)]
19. McCabe, M.P.; McGreevy, S.J. Role of media and peers on body change strategies among adult men: Is body size important? *Eur. Eat. Disord. Rev.* **2011**, *19*, 438–446.
20. Hunt, K.; McCann, C.; Gray, C.M.; Mutrie, N.; Wyke, S. You’ve got to walk before you run”: Positive evaluations of a walking program as part of a gender-sensitized, weight-management program delivered to men through professional football clubs. *Health Psychol.* **2013**, *32*, 57–65. [[CrossRef](#)]
21. Wolfe, B.L.; Smith, J.E. Different strokes for different folks: why overweight men do not seek weight loss treatment. *Eat. Disord.* **2002**, *10*, 115–124. [[CrossRef](#)]
22. Moroshko, I.; Brennan, L.; O’Brien, P. Predictors of dropout in weight loss interventions: A systematic review of the literature. *Obes. Rev.* **2011**, *12*, 912–934. [[CrossRef](#)]
23. Robertson, C.; Avenell, A.; Boachie, C.; Stewart, F.; Archibald, D.; Douglas, F.; Hoddinott, P.; van Teijlingen, E.; Boyers, D. Should weight loss and maintenance programmes be designed differently for men? A systematic review of long-term randomised controlled trials presenting data for men and women: The ROMEO project. *Obes. Res. Clin. Pract.* **2016**, *10*, 70–84. [[CrossRef](#)]
24. Sanal, E.; Ardic, F.; Kirac, S. Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: Gender differences. A randomized intervention study. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* **2013**, *49*, 1–11.
25. Gabriele, J.M.; Carpenter, B.D.; Tate, D.F.; Fisher, E.B. Directive and nondirective e-coach support for weight loss in overweight adults. *Ann. Behav. Med.* **2011**, *41*, 252–263. [[CrossRef](#)]
26. ter Bogt, N.C.; Bemelmans, W.J.; Beltman, F.W.; Broer, J.; Smit, A.J.; van der Meer, K. Preventing weight gain: One-year results of a randomized lifestyle intervention. *Am. J. Prev. Med.* **2009**, *37*, 270–277. [[CrossRef](#)]
27. West, D.S.; Elaine Prewitt, T.; Bursac, Z.; Felix, H.C. Weight loss of black, white, and Hispanic men and women in the Diabetes Prevention Program. *Obesity* **2008**, *16*, 1413–1420. [[CrossRef](#)]
28. Donnelly, J.E.; Honas, J.J.; Smith, B.K.; Mayo, M.S.; Gibson, C.A.; Sullivan, D.K.; Lee, J.; Herrmann, S.D.; Lambourne, K.; Washburn, R.A. Aerobic exercise alone results in clinically significant weight loss for men and women: Midwest exercise trial 2. *Obesity* **2013**, *21*, E219–E228. [[CrossRef](#)]

Warszawa 21.09.2024

Jakub Woźniak

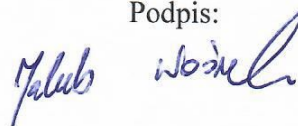
Jakub_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022, 19, 12009., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: zbieraniu danych, analizie danych, opracowaniu metodyki badań, napisaniu publikacji, edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Katarzyna Woźniak

katarzyna_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022, 19, 12009, mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: zebraniu danych, napisaniu części publikacji.

Podpis:

Katarzyna Woźniak

Warszawa 21.09.2024

Michał Wrzosek

michal.wrzosek@centrumrespo.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022, 19, 12009., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: analizie danych, wykonaniu recenzji i edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Dariusz Włodarek

dariusz_wlodarek@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022, 19, 12009., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: opracowaniu ogólnej koncepcji publikacji, wykonaniu recenzji oraz edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Olga Wojciechowska

71464@student.ump.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Wojciechowska, O.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *Effect of Age and Gender on the Efficacy of a 12-month Body Weight Reduction Program Conducted Online – A prospective Cohort Study*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022, 19, 12009., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: napisaniu części publikacji.

Podpis:

The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online—An intervention study

Jakub Woźniak¹  | Katarzyna Woźniak¹ | Kornelia Pajtel² | Michał Wrzosek² | Dariusz Włodarek¹

¹Department of Dietetics, Institute of Human Nutrition Sciences, Warsaw University of Life Sciences (WULS-SGGW), Warsaw, Poland

²Centrum Respo, Warsaw, Poland

Correspondence

Jakub Woźniak, Department of Dietetics, Institute of Human Nutrition Sciences, Warsaw University of Life Sciences (WULS-SGGW), Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warsaw, Poland.
Email: jakub_wozniak@sggw.edu.pl

Abstract

Overweight and obesity are among the most serious public health problems, making new methods for their prevention, as well as treatment, constantly being sought. This study was designed as a 6 month intervention study. The main objective was to evaluate the effect of an energy deficit (10%, 20%, and 25%—groups D10, D20, and D25, respectively) on the rate of weight loss and waist and hip circumferences. The protocol was completed by 180 participants. Men as well as women comprised 90 patients each. The mean body mass index (BMI) was $30.5 \pm 5.0 \text{ kg/m}^2$ (min 21.3–max 49.2). Among the patients, there were 86 with a BMI indicating overweight. Fifty-four patients had class 1 obesity, while the remaining 30 patients had class 2 or greater obesity. After 6 months of intervention, the D10 group noted a 7.6% (median) reduction in weight, the D20 group a 9.9% (median) reduction in weight, and the D25 group a 10.3% (median) reduction in weight. After the intervention, 51.7% of patients chose to continue further weight reduction already outside the research protocol. Key factors influencing the willingness to stay on the diet longer than 6 months were higher baseline body weight and/or higher BMI and a rate of weight loss of at least 1.5% of body weight per month. In summary, it appears that a larger energy deficit (on the order of 20%–25%) is most appropriate in terms of weight loss lasting 6 months and motivation for continued therapy.

KEYWORDS

diet intervention, energy deficit, human, lose weight, obesity, online intervention, overweight, physical activity

1 | INTRODUCTION

Excessive weight and obesity represent prominent global public health challenges, prompting continuous endeavors for the development of novel preventative and therapeutic modalities (World

Health Organization, 2020). One of the most common therapeutic interventions is the development of nutritional intervention strategies to reduce excess body weight and improve health outcomes (Kim, 2021). The lack of full effectiveness in following the recommendations of specialists and the constantly worsening statistics on

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2024 The Author(s). *Food Science & Nutrition* published by Wiley Periodicals LLC.

overweight and obesity mean that new forms of contact with patients and ways to support them in weight reduction therapy are being sought. A good space for such activities may turn out to be the online environment (Kręgielska-Narożna et al., 2013). Using the Internet, a range of health behavior services can be provided. The global count of Internet users surpasses 4 billion patients, and as a result, the activity of dietitians in the online world offers the opportunity to reach many more people than traditional solutions (Kamiński et al., 2020). Recent reports indicate that interventions, aimed at improving health in general (including nutrition), carried out via the Internet yield the expected results. Moreover, personalized feedback provided by a dietitian in an online fashion increases patient engagement in the therapeutic process and is associated with a greater chance of significant reductions in excess body weight. Long-term therapeutic intervention conducted online with patients with overweight and obesity appears to be an effective way to lose weight and improve health parameters (Beleigoli et al., 2020; Brug et al., 2005; Tzelepis et al., 2021).

The main way to influence the reduction of excessive body weight when working with patients with obesity is to reduce the energy value of the diet so as to achieve a negative energy balance.

The size of the energy deficit and its individual adjustment for the patient are undeniably the most important factors affecting the effectiveness of the therapeutic process (Kim, 2021). Guidelines of experts from various countries on the treatment of obesity recommend gradual weight reduction to limit the risk of returning to baseline weight later. They point out that too much restriction in the energy value of the diet, which allows faster weight loss, can increase the risk of deviation from the diet and weight gain again (yo-yo effect) (National Clinical Guideline Centre (UK), 2014; Durrer Schutz et al., 2019; Bąk-Sosnowska et al., 2022). In accordance with the European clinical practice guidelines concerning the management of adult obesity (Durrer Schutz et al., 2019), weight loss should be achievable, individualized, and long-term. In addition, the recommended magnitude of weight reduction has been reported to be 5%–15% over a period of 6 months. The latest position of the Polish Society for the Treatment of Obesity indicates that the optimal goal is to reduce body weight at a rate of 1 kg in the first week and 0.5 kg/week in subsequent weeks, with an energy deficit of 500–600 kcal, and the energy value of the recommended diet must not be less than that necessary to maintain basal metabolic rate (BMR) (Bąk-Sosnowska et al., 2022). Reducing excess body weight has many beneficial health effects, but it is still unclear whether they depend on its rate. Current studies (Fogarasi et al., 2022; Vink et al., 2016) shed a different light on the current recommendations, indicating that the rate of weight loss did not affect the return to initial body weight at a later time. Moreover, losing the same amount of weight at different rates did not significantly affect changes in body composition and metabolism, and small differences are unlikely to be clinically relevant to the long-term treatment of obesity. However, the use of very low-calorie diets (VLCDs) may result in a greater percentage loss of lean body mass, as opposed to diet plans that assume a smaller energy deficit (Vink et al., 2016). Strategies for weight loss

and maintenance should certainly be individualized, and it is up to dietitians to choose the best approach based on patient preferences (Kim, 2021). Taking into account the above facts, we formulated the following hypothesis: an energy deficit of 20% is the most effective in terms of the rate of weight loss in a 6 months intervention aimed at weight loss. The aim of this study was to assess the impact of varying energy deficits (by 10%, 20%, or 25%) on the rate of weight loss and anthropometric parameters (waist and hip circumferences). An additional objective of the study was to evaluate the effectiveness of collaboration with a dietitian using only online communication on the effectiveness of weight reduction. In addition, we assessed the influence of factors, such as age, body mass index (BMI) before as well as after the intervention, the degree of weight reduction, waist and hip circumferences before as well as after the intervention, and weight reduction in the last month of the intervention on the patient's willingness to continue working with a dietitian aimed at further weight reduction.

2 | METHODS

2.1 | Study design

Our study is a 6 months intervention involving humans. The data collection lasted from July 2022 to January 2023. This is a randomized intervention trial conducted 100% online. The intervention was carried out in three groups in which energy deficit and regular physical activity were used for 6 months under the constant supervision of a dietitian, conducted online. The energy deficit was set at three levels: 10%, 20%, and 25% to individual energy needs in order to determine the effectiveness of reducing excess body weight in an online intervention at various levels. Our primary focus revolved around evaluating fluctuations in weight throughout the duration of the program through relative metrics, specifically the percentage reduction in baseline body weight, rather than absolute measures denoted in kilograms. Utilizing this approach facilitates a more objective analysis of the phenomenon of weight loss. The study was approved by the local Ethics and Scientific Research on Humans Commission of Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences—SGGW (Warsaw University of Life Sciences) approved the research project (approval number: 35/2021). All subjects signed consent form to participate in the study.

2.2 | Sample

People participating in the study were recruited from among people attending an online clinic dealing with dietary therapy of obesity. Inclusion criteria were: ages of 18 and 50 years, excessive body weight (BMI >25), no weight loss in the last 24 months, no muscle injuries, access to a computer and/or telephone, no contraindications from a doctor or physiotherapist to engage in physical activity, willingness to reduce body weight, readiness to modify the diet,

undertake regular physical exercise, have a bathroom scale with an appropriate certificate (due to the measurements being performed by the participating people themselves), and readiness to participate in the study before 6 months. The surveyed people volunteered to participate in the study. A total of 224 people signed up, but during the inclusion in the study and presentation of its detailed assumptions, 44 people withdrew without giving any reason. Recruitment was completed when 180 people (90 women and 90 men) were included in the study. It was assumed that the number of people in each of the three groups of the intervention study should be approximately 60 people, with an equal proportion of women and men in each of them. Groups of this size allow for statistical analysis.

2.3 | Study procedure and intervention characteristics

The source of data was a nutritional form completed by 180 patients included in the intervention study. Body weight and body circumference measurements were performed at the beginning and during the intervention by patients themselves. The intervention (RESPO method) consisted of an exercise program and diet with a 10%, 20%, or 25% energy deficit group D10, D20, and D25, respectively. Study participants, after enrollment in the study, were randomly assigned to the respective groups, separately men and women.

We described the Respo method in more detail in two articles in which the method was used (Woźniak, Garbacz, et al., 2022; Woźniak, Woźniak, et al., 2022). The protocol of action is presented in Figure 1.

The dietary intervention protocol was formulated in adherence to the dietary guidelines outlined for adult populations in Poland (Jarosz, 2020). The maximum level of simple sugars in the study diets was 10% of the diet's energy content. Protein supply resulted

from the level of physical activity of the patients and the strength training element in their training plan (Lewandowicz et al., 2015; Vitale & Getzin, 2019). The caloric content of the intervention diet was decreased by varying degrees—10%, 20%, or 25%—relative to individual energy needs, which were determined based on the basal metabolic rate calculated using the Harris and Benedict equation. This calculation considered the level of physical activity (PAL) as per the guidelines provided by the Institute of Food and Nutrition (Woźniak, Woźniak, et al., 2022). The assessment of physical activity levels was conducted utilizing the physical activity questionnaire (Johansson & Westerterp, 2008).

The dietary regimen was composed utilizing a program equipped with an extensive database comprising products and food items sourced from the National Institute of Public Health of the National Institute of Hygiene (PZH-PIB) and the United States Department of Agriculture (USDA) (FoodData Central, n.d.). The surveyed people reported their compliance with the diet recommendations on an ongoing basis in a dedicated application, in which they marked the meals consumed as part of the menu and could add additional amounts of consumed food. The data obtained were used to assess compliance with dietary recommendations. The precise nutritional value of the diet is shown in Table 1.

2.4 | Outcome measurements

Body circumference, height, and weight were taken by the patients themselves following previously prepared instructions, during which the study leader (dietitian) demonstrated the correct execution of these steps. Measurements were performed by the patients every 2 weeks. Height was assessed with precision to the nearest 1 centimeter (cm), while body weight was measured with accuracy to the nearest 0.1 kilogram (kg). Body weight was measured using CE-approved

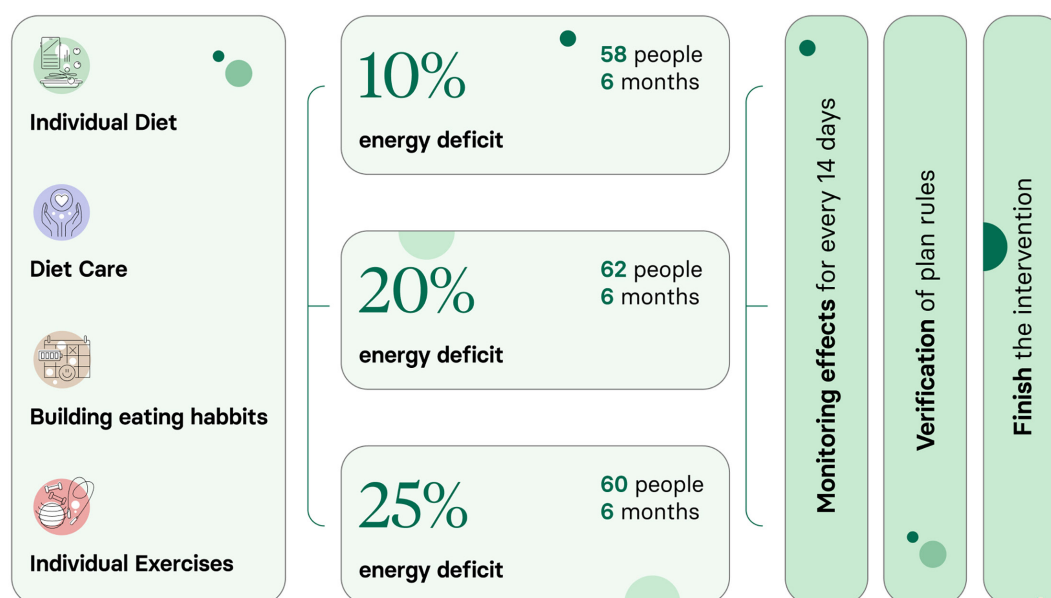


FIGURE 1 Study operation protocol.

scales, which was checked at the time of qualifying patients for the study. This aspect was required to correctly qualify the subject for the intervention. All measurements were taken in underwear, on an empty stomach, in the morning. These values were used to determine BMI (body mass index). For BMI classification, the following BMI ranges were adopted according to World Health Organization (WHO) recommendations (World Health Organization, 2020). Hip and waist circumferences were measured using a tailor's centimeter to the nearest 0.1 cm.

Throughout the dietary intervention, participants maintained regular contact with both the dietitian and the trainer, providing 14 days reports including body weight and body circumference measurements. To ensure uniformity in the intervention approach, all study participants contacted a dietitian at least once or twice a day. Additionally, participants meticulously recorded their intake using a designated app, which enabled real-time monitoring of adherence to prescribed dietary guidelines. Each participant received comprehensive instructions on the correct way to fill out the diary in the Respo application. Additionally, participants documented the frequency and volume of fluid intake as part of their dietary records in the same app.

2.5 | Statistical analysis

The data obtained during the study were organized and structured using Excel spreadsheet tools. The spreadsheet facilitated the calculation of derived parameters, such as body mass index (BMI) and the assessment of changes in anthropometric indicators over time. The STATISTICA 13.3 PL software package was used for quantitative analysis (TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io/>). The significance level of $p < .05$ was assumed as the threshold for rejecting the null hypothesis in all statistical analyses.

Descriptive statistics were calculated for quantitative data, while the distributions of qualitative characteristics were estimated using multivariate (contingency) tables. The chi-square test in combination with multivariate tables was used to assess the significance of differences in the distribution of qualitative characteristics.

TABLE 1 Nutritional value of the diet.

Variable	Characteristic
Caloric diet [% TDEE]	75 or 80 or 90
Proteins [g/kg body mass]	1.5–1.6
Fats [% of energy]	30–35
Carbs [% of energy]	45–50
Dietary fiber [g]	30–40
Saturated fatty acids [% of energy]	<5
Monosaturated fatty acids [% of energy]	14–26
Polysaturated fatty acids [% of energy]	4–6

Abbreviation: TDEE, total daily energy expenditure.

Due to the rejection of the null hypothesis for most of the analyzed variables using the Shapiro–Wilk test and the expression of a significant part of the variables in ordinal scales, nonparametric tests were used. These include the Mann–Whitney U test (with continuity correction), Wilcoxon pairwise order test, and analysis of variance (ANOVA)–Kruskal–Wallis or Friedman's rank test, with post hoc tests when necessary.

Relationships between variables were examined using nonparametric Spearman's correlation analysis. This comprehensive analytical approach facilitated robust evaluation and interpretation of the data obtained during the study.

3 | RESULTS

The study included 90 women and 90 men. The mean BMI without division into groups with a given energy deficit was $30.5 \pm 5.0 \text{ kg/m}^2$ (min 21.3–max 49.2). Among the patients, there were 86 with a BMI indicating overweight. Fifty-four patients had class 1 obesity, while the remaining 30 patients had class 2 or greater obesity. The waist circumference of the patients averaged $101.1 \pm 14.8 \text{ cm}$ at the beginning of the intervention and the hip circumference was $106.9 \pm 12.5 \text{ cm}$. PAL showed an activity level among patients between 1.2 and 1.9 units. The patients trained 3 times a week, with an average training time of $63 \pm 10 \text{ min}$. The remaining general characteristics before the division into intervention groups are shown in Table 2.

After dividing into groups with different energy deficits, the number of patients was D10 group $n = 58$ (10% energy deficit), D20 group $n = 62$ (20% energy deficit), and D25 group $n = 60$ (25% energy deficit), respectively. At the beginning of the study, differences could be observed relative to initial body weight in each group. The D25 group was significantly different in this regard with a mean patient's weight of $98.8 \pm 20.7 \text{ kg}$ vs. $90.3 \pm 22.2 \text{ kg}$ and $90.1 \pm 15.9 \text{ kg}$ in the D10 and D20 groups ($p = .02$), respectively. The D25 group had significantly higher BMI, hip circumference, and BMR than the other two groups. The exact values are shown in Table 3.

TABLE 2 Characteristics of patients before intervention.

Variable	$n = 180$ women = 90 men = 90	
	Mean $\pm$ SD	Median (min–max)
Age [years]	34.1 ± 7	34 (21–50)
Height [m]	1.74 ± 0.1	1.74 (1.48–2.03)
Body mass [kg]	93.1 ± 20.1	91.1 (55–162.8)
BMI [kg/m^2]	30.5 ± 5.04	29.4 (21.3–49.2)
BMR [kcal]	2048 ± 440	2003 (1210–3581)
PAL	1.43 ± 0.14	1.4 (1.2–1.9)
TDEE [kcal]	2899 ± 601	2875 (1896–4300)

Abbreviations: BMR, basal metabolic rate; MI, body mass index; PAL, physical activity level; TDEE, total daily energy expenditure.

TABLE 3 Characteristics of three groups of deficits before intervention.

	Deficit 10% (n = 58) women = 29 men = 29		Deficit 20% (n = 62) women = 31 mn = 31		Deficit 25% (n = 60) women = 30 men = 30		p**
	Mean $\pm$ SD	Median (min-max)	Mean $\pm$ SD	Median (min-max)	Mean $\pm$ SD	Median (min-max)	
Age [years]	34.27 $\pm$ 3.01	34 (21–50)	34.3 $\pm$ 6.7	33.5 (21–48)	33.7 $\pm$ 7	33 (21–50)	.81
Height [m]	1.73 $\pm$ 0.1	1.74 (148–2.03)	1.73 $\pm$ 0.08	1.72 (1.54–1.93)	1.75 $\pm$ 0.1	1.78 (1.57–1.95)	.38
Body mass [kg]	90.3 $\pm$ 22.2 ^a	86.7 (55–150)	90.1 $\pm$ 15.9 ^a	89.5 (56–134)	98.8 $\pm$ 20.7 ^b	99.6 (59.5–162.8)	.02
BMI [kg/m ²]	29.6 $\pm$ 5.26 ^a	28 (21.3–45.3)	30.1 $\pm$ 4.49 ^a	29.2 (23.1–41.8)	31.9 $\pm$ 5 ^b	31.8 (22.1–49.2)	.005
Waist [cm]	99.9 $\pm$ 16.3	99.5 (71–140)	98.6 $\pm$ 12.2	99.5 (70–127)	104.7 $\pm$ 15.3	104.5 (74–144)	.06
Hips [cm]	104.8 $\pm$ 127 ^a	102.5 (83–149)	105 $\pm$ 11.9 ^a	104.5 (74–131)	110.8 $\pm$ 12 ^b	112 (82–144)	.001
BMR [kcal]	1988 $\pm$ 486 ^a	1908 (1210–3301)	1982 $\pm$ 350 ^a	1969 (1232–2948)	2173 $\pm$ 456 ^b	2191 (1309–3581)	.02
PAL	1.44 $\pm$ 0.14	1.42 (1.2–1.8)	1.42 $\pm$ 0.14	1.43 (1.2–1.9)	1.41 $\pm$ 0.14	1.4 (1.2–1.9)	.31
TDEE [kcal]	2848 $\pm$ 655	2698 (1869–4056)	2814 $\pm$ 507	2791 (1920–3985)	3035 $\pm$ 621	3045 (1989–4300)	.13
Trainings per week (number)	3	3 (3–3)	3	3 (3–3)	3	3 (3–3)	–
Training time [min]	63.4 $\pm$ 11.6	60 (60–65)	63.6 $\pm$ 10.4	60 (60–65)	64.6 $\pm$ 10.8	60 (60–65)	.81
Training time per week [min]	190.9 $\pm$ 34	180 (175–190)	190.9 $\pm$ 31	180 (170–185)	193.5 $\pm$ 32.4	180 (175–195)	.85

^{a,b}Kruskal–Wallis test–difference between group.

**Kruskal–Wallis–one-way analysis of variance by ranks.

After 6 months of intervention, the D10 group experienced a weight reduction of 6.6 kg (median), which translated into a relative reduction of 7.6% (median) in their body weight. Significantly greater weight reductions were recorded in the D20 group, in which participants reduced their body weight by 8.9 kg (median), which translated into a relative reduction of 9.9% (median). The D25 group achieved the largest weight reductions in both absolute and relative terms, i.e., 10.3 kg (median) and 10.3% (median), respectively. In all three groups with different magnitudes of energy deficit, the intervention weight changes in both relative and absolute terms after 6 months were statistically significant (Kruskal–Wallis test $p = .0001$). More data are presented in Table 4.

After 6 months of intervention, the reduction in both waist and hip circumferences at each successive month was statistically significant in all three groups ($p = .0001$). Finally, in the D10 group, the reduction in waist circumference was 7.5 cm (median) (99.5 cm vs 92 cm) and the reduction in hip circumference was 4.9 cm (median) (102.5 cm vs 97.6 cm). The D20 group recorded a reduction in waist circumference of 11 cm (median) (99.5 cm vs 88.5 cm) and a reduction in hip circumference of 9.5 cm (median) (104.5 cm vs 95 cm). The D25 group recorded a reduction in waist circumference of 11.5 cm (median) (104.5 cm vs 93 cm) and a reduction in hip circumference of 13 cm (median) (112 cm vs 99 cm). Both waist circumference reduction and hip circumference reduction after 6 months were statistically significant in each group ($p = .0001$, Kruskal–Wallis test). Post hoc analysis showed a difference in waist circumference and hip circumference reduction between the D10 vs D20 and D25 groups ($p = .00001$). In the D10 group, they were significantly smaller than in the other two groups. In the

D20 and D25 groups, the differences in the decrease in body circumferences were not statistically significant ($p = .052$). The rate of decrease in waist and hip circumferences over the 6 months of the intervention is shown in Figure 2.

After the intervention, further cooperation aimed at weight reduction was declared by 93 patients, which is 51.7% of the patients (Yes group), while 87 patients declared no further desire to reduce weight in accordance with the program (No group). Patients in the Yes group had higher initial and final body weights (median before 97 kg, after 86.2 kg) compared to the No group (median before 86.5 kg, after 78.2 kg). In addition, the Yes group achieved a higher weight loss for the entire 6 months of the intervention, i.e., 10.9% (median), and in the final month of the intervention, i.e., 1.4% (median), compared to the No group, which recorded a weight loss of 6.6% for 6 months (median) and 0.8% in the final month (median), respectively. Initial as well as final BMI was also a differentiating factor between the groups. The Yes group had an initial BMI of 31.9 kg/m² (median) and a final BMI of 28.4 kg/m² (median), while the No group had an initial BMI of 28.4 kg/m² (median) and a final BMI of 26.1 kg/m² (median). All differences between the groups were statistically significant (Mann–Whitney U test). More results describing the two groups are presented in Table 5.

4 | DISCUSSION

The results observed show that an online comprehensive weight loss intervention targeting people with excessive body weight can be an effective tool in successfully reducing body weight, waist

TABLE 4 Results obtained after 6 months in all deficit groups.

Time	Deficit 10% (n = 58)				Deficit 20% (n = 62)				Deficit 25% (n = 60)				p		
	Mean ± SD [kg]	Median (min-max) [kg]	Change [%]	Change [kg]	p*	Mean ± SD [kg]	Median (min-max) [kg]	Change [%]	Change [kg]	p*	Mean ± SD [kg]	Median (min-max) [kg]		Change [%]	Change [kg]
Start	90.3 ± 22.2 ^a	86.7 (55–150)	-	-	-	90.1 ± 15.9 ^a	89.5 (56–134)	-	-	-	98.8 ± 20.7 ^b	99.6 (59.5–162.8)	-	-	.02
In 1 month	88.8 ± 21.6	84 (54.7–148)	-3.1 ^a	-2.7	.0001	88.1 ± 15.4	88.1 (55.1–130)	-1.5 ^b	-1.4	.0001	95.7 ± 19.8	96 (58–158.1)	-3.6 ^c	-3.6	.0001
In 2 months	87.5 ± 21.3	82.8 (53.5–145)	-1.4 ^a	-1.2		86.5 ± 15.2	86.8 (54–128.2)	-1.4 ^b	-1.3		93.7 ± 19.5	94.1 (56–156.6)	-2.0 ^c	-1.9	.0001
In 3 months	86.5 ± 21.2	81.1 (53–144)	-2.1 ^a	-1.7		85 ± 15	85.1 (53.2–126.5)	-1.9 ^b	-1.7		91.7 ± 19.1	92 (56.3–154.3)	-2.2 ^b	-2.1	.0001
In 4 months	85.5 ± 20.9	80.1 (52–142)	-1.2 ^a	-1.0		83.4 ± 14.7	84.1 (53–125.1)	-1.2 ^b	-1.0		89.8 ± 18.8	91 (55–151)	-1.2 ^b	-1.0	.0001
In 5 months	84.8 ± 21	79.7 (51–141)	-0.5 ^a	-0.4		82.1 ± 14.7	82.7 (52–125.1)	-1.6 ^b	-1.4		88.3 ± 18.5	88.8 (54.1–148.2)	-2.4 ^b	-2.2	.0001
In 6 months	85 ± 20.8	80.1 (50.3–140.8)	+0.5 ^a	+0.4		80.9 ± 14.7	80.6 (50.2–122)	-2.5 ^b	-2.1		87.4 ± 18.4	89.3 (53–145.1)	+0.7 ^a	+0.5	.0001
After 6 months	85 ± 20.8	80.1 (50.3–140.8)	-7.6 ^a	-6.6		80.9 ± 14.7	80.6 (50.2–122)	-9.9 ^b	-8.9		87.4 ± 18.4	89.3 (53–145.1)	-10.3 ^b	-10.3	.0001

^{a,b,c} Difference between group - Kruskal-Wallis test.

*Differences from month to month-Friedman's rank test.

circumference, and hip circumference. The Respo method combines four elements related to effective weight reduction, i.e., personalized diet with energy deficit, individually tailored physical activity, constant contact with a dietitian through an online application, and support for building healthy eating habits (Grzybek et al., 2006; Haas et al., 2019). Regular feedback and motivating patients every day to change their lifestyle is the new standard of dietary care aimed at reducing excess body weight (Wing et al., 2006). In addition, the ability to monitor one's physical activity and easily report on work-out performance stimulates motivation to raise one's activity factor (Thomas et al., 2009).

A strong feature of our study is the equal number of men as well as women (their share was 50% each), since in studies targeting weight loss, women outnumber men in the vast majority of publications. In the study by (Pagoto et al., 2012), men accounted for 27% of the patients, while in another study similar to ours, the number of men was only 20% (NWCR facts [webpage on the internet], 2014). An explanation for this kind of overrepresentation of women could be social issues related to society's pressure for a slim female figure or less cultural pressure on men to take care of their health. Our results indicate that significant reductions in body weight were noted in all three groups with different sizes of energy deficit. However, even a nominally significant change in body weight can sometimes prove insufficient for patients expecting individually satisfying results from dietary cooperation. Often, too little results, in the patient's mind, can demotivate those wanting to significantly reduce their body weight, and this translates into a willingness to forgo intervention. Such a trend was observed in our study, in which, of the 80 patients who dropped out of the study, as many as 67.5% (54 people) were assigned to the group with a 10% energy deficit (representing 93.1% of people in this group), and weight loss did not exceed 2.4 kg in this subgroup. Ultimately, patients in the D10 group reduced their body weight by 6.6 kg or 7.6% (median), which was a significant result, but at the lower end of the recommended weight loss of 1%–2% per month, which, in the case of a 6 months intervention, would be associated with a total weight loss of about 6%–11.5% relative to initial body weight. And while some recommendations express the recommended weight loss in kilograms, we believe that defining this parameter in percentages is much more accurate, as it takes into account baseline body weight as a baseline factor (Olszanecka-Glinianowicz et al., 2023). The recommended ranges for weight loss after 6 months included the D20 and D25 groups. Patients in these groups reduced their body weight by 9.9% and 10.3% (median), respectively. In these two groups, only 26 patients (representing 21.3% of those in both groups) chose to discontinue the protocol, which may suggest a positive effect of the intervention's effects on the willingness to remain in the program (Hartmann-Boyce et al., 2014; Hayes & Hofmann, 2017; Jacob & Isaac, 2012; Wadden et al., 2014). Ultimately, we consider that an energy deficit of 20% is sufficient and optimal to achieve effective weight loss results over a 6-month period. The 25% deficit had better results, but the results were not greater in terms of clinical significance, and too high an energy deficit may be associated

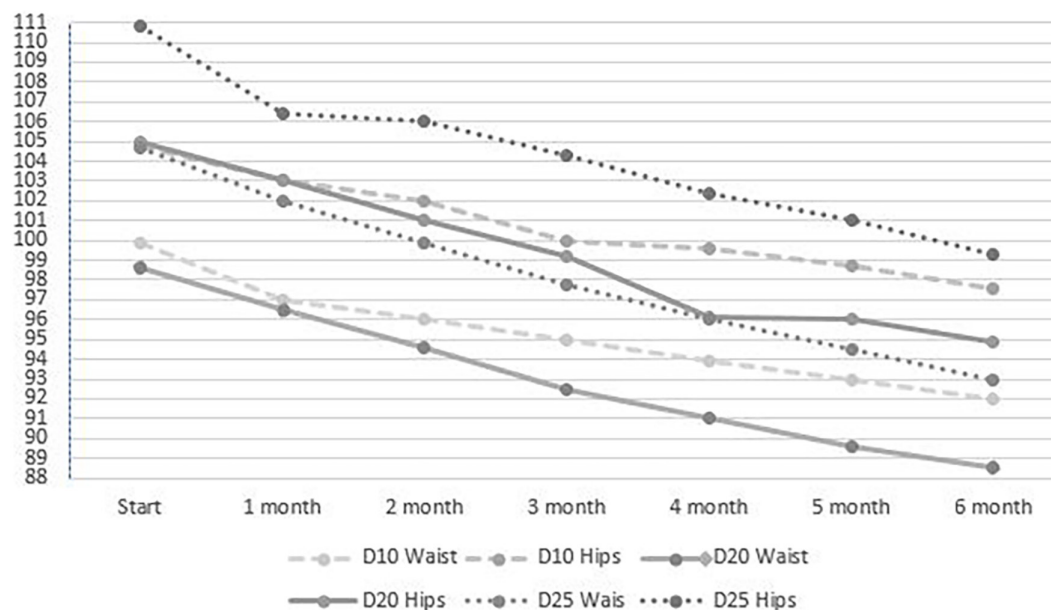


FIGURE 2 Rate of waist and hip levels over 6 months.

TABLE 5 Characteristics of two groups after intervention: The group continuing dietary cooperation (Yes), the group not continuing dietary cooperation (No).

	Group continuing dietary cooperation (yes) women = 44 men = 49		Group not continuing dietary cooperation (No) women = 46 men = 41		Difference between group*
	Mean $\pm$ SD	Median (min-max)	Mean $\pm$ SD	Median (min-max)	
Age [years]	34.3 $\pm$ 6.9	34 (21-50)	33.9 $\pm$ 7.1	34 (21-50)	.71
Start Body mass [kg]	99.2 $\pm$ 20.3	97 (62-162.8)	86.6 $\pm$ 17.7	86.5 (55-150)	.0001
Finish Body mass [kg]	88.5 $\pm$ 18.8	86.2 (55.3-145.1)	79.9 $\pm$ 16.4	78.2 (50.2-140.8)	.0001
Start BMI [kg/m ²]	32.4 $\pm$ 5.41	31.9 (21.3-49.2)	28.6 $\pm$ 3.7	28.4 (22.1-38)	.0001
Finish BMI [kg/m ²]	28.8 $\pm$ 5.04	28.4 (19.3-43.5)	26.4 $\pm$ 4.7	26.1 (21.6-35.1)	.0001
Start Waist [cm]	105.2 $\pm$ 15.1	105 (70-144)	96.7 $\pm$ 13.2	98 (71-130)	.0001
Finish Waist [cm]	93.8 $\pm$ 14.2	95 (63-134)	88.4 $\pm$ 11.9	88 (65-120)	.0001
Start Hips [cm]	111 $\pm$ 13.4	110 (74-149)	102.4 $\pm$ 9.5	102 (82-133)	.0001
Finish Hips [cm]	99.9 $\pm$ 11.9	99 (66-135)	94.4 $\pm$ 8.9	94 (77-119)	.0001
Change Body mass [%]	-10.8 $\pm$ 2.0	-10.9 (5.6-14.9)	-7.6 $\pm$ 2.1	-6.6 (0.4-12.6)	.0001
Change Body mass in 6 months [%]	-1.3 $\pm$ 1.5	-1.4 (1.0-2.5)	-0.2 $\pm$ 0.2	-0.8 (0.09-0.4)	.0001

*Mann-Whitney *U* test.

with lower satisfaction among dieters, lower levels of motivation to follow a more rigorous diet, or an increased risk of snacking while dieting. Therefore, a level of 20% energy deficit seems to be the optimal solution taking into account the risks and benefits of the intervention.

The D25 group, compared to the D20 group, had a higher baseline body weight and a higher BMI. The difference between the two groups was 8.7 kg (median) and 1.8 BMI kg/m² (median), respectively. However, their activity level and the amount and length of training were the same, which made it possible to objectively compare these groups with each other considering the

percentage weight loss rate. As expected, the difference in weight loss between the groups was not large. However, a surprise is the relatively high weight loss in the D10 group, which had a low energy deficit compared to the D20 and D25 groups. Possible explanations for this could be the patients' undereating in the D10 group despite careful monitoring, or the patients' eating between meals in the D20 and D25 groups, but this was not recorded by the study participants in their food diaries. It is worth bearing in mind this kind of risk of deviation from the norm when the study is conducted without full control of caloric intake as in closed center studies (Kalm & Semba, 2005).

The weight loss in all groups should be considered significant and clinically meaningful. In a comparable study in which the researchers applied a caloric deficit of the order of 500kcal in a group of 35 patients with a mean BMI of $35.3 \pm 5.7 \text{ kg/m}^2$ and body weight of $102.1 \pm 20 \text{ kg}$, the weight loss after 6 months of intervention was 11.3% (Luley et al., 2011). Unfortunately, the researchers did not estimate the total metabolism of the patients by which it is not possible to verify whether the energy deficit was expressed as a percentage. In our study, the level of absolute deficit after conversion from percentages was for the groups, respectively: D10–270kcal (median), D20–558kcal (median), and D25–761 kcal (median). In another study lasting 6 months using a 1500kcal diet for women and 1800kcal diet for men, the patients reduced their body weight by 7% using a low glycemic index diet and by 3.2% using a conventional diet (Foster et al., 2003). Similar results in weight loss were reported by Samaha et al. (Samaha et al., 2003) in whose study patients reduced their body weight by 5.8%.

Given the well-studied yo-yo effect in weight-loss patients (Di Germanio et al., 2018), we focused on finding out differences between the group that opted for further dietary cooperation (Yes group) and those who did not want further help (No group) that might influence minimizing this effect. After analysis, we believe that the key factors influencing the desire for longer dietary cooperation than 6 months are higher baseline body weight and/or higher BMI. Probably due to the desire to reduce one's weight by a higher number of kilograms, which translates into a longer collaboration. The rate of weight loss is also not insignificant for the patient to want to continue the dietary cooperation. After analyzing the results of our study, we believe that a continuous and high weight loss of at least an average of 1.5% of body weight per month has a positive effect on the patient's motivation and desire for further weight reduction.

4.1 | Limitations of the study

The study encountered several limitations. Primarily, due to the nature of the online intervention, it was not possible to absolutely confirm participants' adherence to the protocol with 100% certainty. Although efforts were made to monitor program implementation throughout the intervention period, full assurance of compliance remained elusive. Furthermore, the duration of the study was limited to 6 months, which made it impossible to assess participants' ability to maintain body weight after the intervention. The lack of assessment of weight maintenance after the intervention represents a notable gap in the study results. During the study, changes in eating habits among the respondents were not monitored.

Additionally, technological limitations made it difficult to measure energy expenditure during physical activity and throughout the day, which could potentially affect the observed results. The inability to quantify energy expenditure represents a significant limitation to a comprehensive understanding of the mechanisms underlying the observed results. Furthermore, the study did not allow for a direct

comparison between the mobile-based lifestyle intervention group and the offline intervention group, making it impossible to assess the relative effectiveness of online and offline interventions. Such a comparison could provide valuable information about the effectiveness and applicability of different intervention methods.

Taken together, these limitations highlight the need for careful interpretation of study results and point to opportunities for future research to address methodological gaps and increase the robustness of intervention strategies in similar contexts.

5 | CONCLUSIONS

In conclusion, taking all factors into account, it seems that an energy deficit of 20%–25% is most appropriate in terms of weight reduction lasting 6 months. The level of weight reduction is then clinically relevant and motivating for patients paying attention to the effects of the diet. In turn, the key factors positively influencing patients' willingness to extend the collaboration beyond 6 months are baseline BMI and the amount of weight reduction during the intervention. The results of our study indicate that an online dietary intervention, along with regular physical activity and ongoing patient support, aimed at reducing excess body weight is an effective method of collaboration with patient with obesity.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Data curation, J.W. and K.W.; formal analysis, J.W., M.W., and D.W.; methodology, J.W. and D.W.; project administration, J.W.; supervision, D.W. and M.W.; writing—original draft, J.W., K.P., and K.W.; writing—review and editing, D.W. and M.W. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

ACKNOWLEDGMENTS

The study was designed by Woźniak J., Włodarek D; data were collected and analyzed by Woźniak J., Pajtel K., and Woźniak K.; data interpretation and manuscript preparation were undertaken by Pajtel K., Woźniak J, Wrzosek M., and Włodarek D. All authors have reviewed and endorsed the final version of the paper.

FUNDING INFORMATION

The study was not funded.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors declare no conflict of interest.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

Data available on request.

INSTITUTIONAL REVIEW BOARD STATEMENT

The local Ethics and Scientific Research on Humans Commission of Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences—SGGW (Warsaw University of Life Sciences) approved the research project (approval number: 35/2021).

ORCID

Jakub Woźniak  <https://orcid.org/0000-0001-8190-8659>

REFERENCES

- Bąk-Sosnowska, M., Białkowska, M., Bogdański, P., Chomiuk, T., Gałązka-Sobotka, M., Holecki, M., Jarosińska, A., Jezierska, M., Kamiński, P., Kłoda, K., Kregielska-Narożna, M., Lech, M., Mamcarz, A., Mastalerz-Migas, A., Matyjaszek-Matuszek, B., Ostrowska, L., Płaczkiwicz-Jankowska, S. E., Stelmach-Mardas, M., Szeliga, J., ... Wyleżół, M. (2022). Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na otyłość 2022–stanowisko Polskiego Towarzystwa Leczenia Otyłości. *Medycyna Praktyczna*, 2022, 1–87.
- Beleigoli, A., Andrade, A. Q., Diniz, M. F., & Ribeiro, A. L. (2020). Personalized web-based weight loss behavior change program with and without dietitian online coaching for adults with overweight and obesity: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 22(11), e17494.
- Brug, J., Oenema, A., & Kroeze, W. (2005). The internet and nutrition education: Challenges and opportunities. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59, 130–137.
- Di Germanio, C., Di Francesco, A., Bernier, M., & de Cabo, R. (2018). Yo-Yo dieting is better than none. *Obesity (Silver Spring)*, 26(11), 1673.
- Durrer Schutz, D., Busetto, L., Dicker, D., Farpour-Lambert, N., Pryke, R., Toplak, H., Widmer, D., Yumuk, V., & Schutz, Y. (2019). European practical and patient-Centred guidelines for adult obesity management in primary care. *Obesity Facts*, 12(1), 40–66.
- Fogarasi, A., Gonzalez, K., Dalamaga, M., & Magkos, F. (2022). The impact of the rate of weight loss on body composition and metabolism. *Current Obesity Reports*, 11, 33–44.
- FoodData Central. (n.d.). USDA. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html> (Accessed on 1 May 2023).
- Foster, G. D., Wyatt, H. R., Hill, J. O., McGuckin, B. G., Brill, C., Mohammed, B. S., Szapary, P. O., Rader, D. J., Edman, J. S., & Klein, S. (2003). A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *The New England Journal of Medicine*, 348(21), 2082–2090.
- Grzybek, A., Pachocka, L., Targosz, U., & Kłosiewicz-Latoszek, L. (2006). Zmiany masy i składu ciała po 1 roku stosowania diety niskoenergetycznej [effect of a low-energy diet on body weight and body composition after one year treatment]. *Przegląd Lekarski*, 63(9), 723–727.
- Haas, K., Hayoz, S., & Maurer-Wiesner, S. (2019). Effectiveness and feasibility of a remote lifestyle intervention by dietitians for overweight and obese adults: Pilot study. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(4), e12289.
- Hartmann-Boyce, J., Johns, D. J., Jebb, S. A., & Aveyard, P. (2014). Behavioural weight management review group: Effect of behavioural techniques and delivery mode on effectiveness of weight management: Systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Obesity Reviews*, 15, 598–609.
- Hayes, S. C., & Hofmann, S. G. (2017). The third wave of cognitive behavioral therapy and the rise of process-based care. *World Psychiatry*, 16, 245–246.
- Jacob, J. J., & Isaac, R. (2012). Behavioral therapy for management of obesity. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 16, 28–32.
- Jarosz, M. (2020). *Normy żywienia dla populacji Polski* (pp. 11–311). IŻŻ. https://www.pzh.gov.pl/wp-content/uploads/2020/12/Normy_zywienia_2020web-1.pdf (Accessed on 10 May 2023) [in polish].
- Johansson, G., & Westerterp, K. R. (2008). Assessment of the physical activity level with two questions: Validation with doubly labeled water. *International Journal of Obesity*, 32, 1031–1033.
- Kalm, L. M., & Semba, R. D. (2005). They starved so that others be better fed: Remembering Ancel keys and the Minnesota experiment. *The Journal of Nutrition*, 135(6), 1347–1352.
- Kamiński, M., Skonieczna-Żydecka, K., Nowak, J. K., & Stachowska, E. (2020). Global and local diet popularity rankings, their secular trends, and seasonal variation in Google trends data. *Nutrition*, 79–80, 110759.
- Kim, J. Y. (2021). Optimal diet strategies for weight loss and weight loss maintenance. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 30(1), 20–31.
- Kregielska-Narożna, M., Bogdański, P., & Pupek-Musialik, D. (2013). Internet jako narzędzie wspomagające proces redukcji masy ciała. *Forum Zaburzeń Metabolicznych*, 4(2), 100–104.
- Lewandowicz, M., Krzyżmińska-Siemaszk, R., & Wieczorowska-Tobis, K. (2015). A review of methods of dietary assessment with the distinction of food photography method with possibility of their use in elderly people. *Geriatrics*, 9, 3–10. <http://www.kierunek-zdrowie.pl/uploads/articles/Lewandowicz%20Przegl%C4%85d%20metod.pdf> (Accessed on 1 May 2023) [in polish].
- Luley, C., Blaik, A., Reschke, K., Klose, S., & Westphal, S. (2011). Weight loss in obese patients with type 2 diabetes: Effects of telemonitoring plus a diet combination - the active body control (ABC) program. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 91(3), 286–292.
- National Clinical Guideline Centre (UK). (2014). *Obesity: Identification, assessment and Management of Overweight and Obesity in children, young people and adults: Partial update of CG43*. National Institute for Health and Care Excellence (NICE).
- NWCR facts [webpage on the internet]. (2014). National weight control registry. <http://www.nwcr.ws/Research/default.htm> [Accessed April 2023].
- Olszanecka-Glinianowicz, M., Mazur, A., Chudek, J., Kos-Kudła, B., Markuszewski, L., Dudek, D., Major, P., Matczak, P., Tarnowski, W., Jaworski, P., & Tomiak, E. (2023). Obesity in adults: Position statement of polish association for the study on obesity, polish association of endocrinology, polish association of cardiometabolism, polish psychiatric association, section of metabolic and bariatric surgery of the association of polish surgeons, and the college of family physicians in poland. *Nutrients*, 15, 1641.
- Pagoto, S. L., Schneider, K. L., Oleski, J. L., Luciani, J. M., & BodenlosJS, W. M. C. (2012). Male inclusion in randomized controlled trials of lifestyle weight loss interventions. *Obesity*, 20, 1234–1239.
- Samaha, F. F., Iqbal, N., Seshadri, P., Chicano, K. L., Daily, D. A., McGrory, J., Williams, T., Williams, M., Gracely, E. J., & Stern, L. (2003). A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *The New England Journal of Medicine*, 348(21), 2074–2081.
- Thomas, A. S., Greene, L. F., Ard, J. D., Oster, R. A., Darnell, B. E., & Gower, B. A. (2009). Physical activity may facilitate diabetes prevention in adolescents. *Diabetes Care*, 32, 9–13.
- Tzelepis, F., Mitchell, A., Wilson, L., Byrnes, E., Haschek, A., Leigh, L., & Oldmeadow, C. (2021). The long-term effectiveness of internet-based interventions on multiple health risk behaviors: Systematic review and robust variance estimation meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 23(12), e23513.
- Vink, R. G., Roumans, N. J. T., Arkenbosch, L. A. J., Mariman, E. C. M., & van Baak, M. A. (2016). The effect of rate of weight loss on long-term weight regain in adults with overweight and obesity. *Obesity*, 24, 321–327.
- Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1289.
- Wadden, T. A., Butryn, M. L., Hong, P. S., & Tsai, A. G. (2014). Behavioral treatment of obesity in patients encountered in primary care settings: A systematic review. *JAMA*, 312, 1779–1791.
- Wing, R. R., Tate, D. F., Gorin, A. A., Raynor, H. A., & Fava, J. L. (2006). A self-regulation program for maintenance of weight loss. *The New England Journal of Medicine*, 355, 1563–1571.
- World Health Organization. (2020). *Controlling the global obesity epidemic*. World Health Organization.

- Woźniak, J., Garbacz, K., Wojciechowska, O., Wrzosek, M., & Włodarek, D. (2022). Effectiveness of a 12-month online weight reduction program in cohorts with different baseline BMI—A prospective cohort study. *Nutrients*, 14, 3281.
- Woźniak, J., Woźniak, K., Wojciechowska, O., Wrzosek, M., & Włodarek, D. (2022). Effect of age and gender on the efficacy of a 12-month body weight reduction program conducted online—a prospective cohort study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12009.

How to cite this article: Woźniak, J., Woźniak, K., Pajtel, K., Wrzosek, M., & Włodarek, D. (2024). The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online—An intervention study. *Food Science & Nutrition*, 00, 1–10. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4442>

Warszawa 21.09.2024

Jakub Woźniak

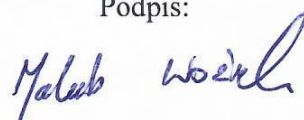
Jakub_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online – An Intervention Study*. Food Science & Nutrition. 2024, 00, 1-10., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: zbieraniu danych, analizie danych, opracowaniu metodyki badań, napisaniu publikacji, edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Katarzyna Woźniak

katarzyna_wozniak@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online – An Intervention Study*. Food Science & Nutrition. 2024, 00, 1-10., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: zbieraniu danych.

Podpis:

Katarzyna Woźniak

Warszawa 21.09.2024

Kornelia Pajtel

kornelia.pajtel@centrumrespo.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online – An Intervention Study*. Food Science & Nutrition. 2024, 00, 1-10., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: napisaniu części publikacji.

Podpis:

Pajtel Kornelia

Warszawa 21.09.2024

Michał Wrzosek

michał.wrzosek@centrumrespo.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online – An Intervention Study*. Food Science & Nutrition. 2024, 00, 1-10., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: analizie danych, wykonaniu recenzji i edycji publikacji.

Podpis:



Warszawa 21.09.2024

Dariusz Włodarek

dariusz_włodarek@sggw.edu.pl

**Rada Dyscypliny Technologia
Żywności i Żywienia
Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

Oświadczenie o współautorstwie

Niniejszym oświadczam, że w pracy Woźniak, J.; Woźniak, K.; Pajtel, K.; Wrzosek, M.; Włodarek, D. *The impact of the size of the energy deficit on the rate of body weight in 6 months and willingness to continue reduction program conducted online – An Intervention Study*. Food Science & Nutrition. 2024, 00, 1-10., mój indywidualny udział w jej powstaniu polegał na: opracowaniu ogólnej koncepcji publikacji, wykonaniu recenzji oraz edycji publikacji.

Podpis:

