UNIWERSYTET WARMIŃSKO – MAZURSKI W OLSZTYNIE

WYDZIAŁ NAUKI O ŻYWNOŚCI



KATEDRA ŻYWIENIA CZŁOWIEKA

Mgr Marta Lonnie

Wzory żywienia i stylu życia oraz ich związek z występowaniem metabolicznych czynników ryzyka chorób dietozależnych u młodych mężczyzn

Praca doktorska

Promotor: prof. dr hab. Lidia Wądołowska

UNIWERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN

FACULTY OF FOOD SCIENCES

DEPARTMENT OF HUMAN NUTRITION

Marta Lonnie, MSc

Associations between dietary-lifestyle patterns and the occurrence of metabolic risk factors of diet-related diseases in young men

PhD thesis

Supervisor: professor Lidia Wądołowska

Składam serdeczne

podziękowania Pani prof. dr hab.

Lidii Wądołowskiej

za opiekę merytoryczną, rozbudzenie pasji do nauki i ciągłego rozwoju osobistego,

ale przede wszystkim za nieustającą, życzliwą mobilizację

oraz wiarę w moje możliwości nawet wtedy, kiedy sama w nie wątpiłam.

Bez wsparcia Pani Profesor ukończenie badań

oraz przygotowanie pracy doktorskiej nie byłoby możliwe.

Dziękuję Pani Prof. dr hab. n. med. Elżbiecie Bandurskiej-Stankiewicz

za cenny wkład w koncepcję badań.

Pragnę podziękować Rodzicom

za pomoc w zdobywaniu wykształcenia,

Sławkowi za motywację do podjęcia ścieżki naukowej,

a także Mężowi i Synowi za cierpliwość, wytrwałość

oraz pomoc w spełnianiu moich marzeń.

Dziękuję również wszystkim uczestnikom badań,

za poświęcony czas i budujący entuzjazm!

Informacja o finansowaniu badań

Badania współfinansowane w ramach działalności statutowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich.

Temat nr: 17.620.028-300.

Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą "Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2023, nr projektu 010/RID/2018/19,
kwota finansowania 12.000.000 złotych.

Wykaz publikacji stanowiących przedmiot rozprawy doktorskiej

Podstawę niniejszej pracy stanowi cykl trzech artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach w liście A wykazu MNiSW:

a) P1. Lonnie M, Wadolowska L. Empirically derived dietary-lifestyle patterns and cardiometabolic health in young men: a review. *Proc Nutr Soc* 2020, 79(3):324-330. doi: 10.1017/S002966512000693X.

IF=6,297; **MEiN$_{2020}$ = 140 pkt.**

b) P2. Lonnie M, Wadolowska L, Bandurska-Stankiewicz E. Dietary-Lifestyle Patterns Associated with Adiposity and Metabolic Abnormalities in Adult Men under 40 Years Old: A Cross-Sectional Study (MeDiSH Project). *Nutrients* 2020, 12;12(3):751. doi: 10.3390/nu12030751.

IF = 5,719; MEiN$_{2020}$ = 140 pkt.

c) P3. Lonnie M, Wadolowska L, Morze J, Bandurska-Stankiewicz E. Associations of Dietary-Lifestyle Patterns with Obesity and Metabolic Health: Two-Year Changes in MeDiSH® Study Cohort. *Int J Environ Res Public Health* 2022, 19(20):13647. doi: 10.3390/ijerph192013647

IF= 4.614; **MEiN$_{2022}$ = 140 pkt.**

Suma punktów MNiSW/MEiN: 420

Sumaryczny IF: 16,63

Zbiór wymienionych powyżej prac (wraz z załącznikami i oświadczeniami kontrybucji współautorów publikacji) poprzedzają streszczenie i obszerny opis, który stanowi syntezę załączonych publikacji i zawiera uzasadnienie celowości podjętych badań, opis metodyki i uzyskanych rezultatów oraz wnioski.

Spis treści

WYKAZ SKRÓTÓW 7
1. Streszczenie 8
2. Wstęp 12
2.1 Dotychczasowy stan wiedzy 12
2.2. Uzasadnienie podjęcia problemu badawczego 13
2.3. Uzasadnienie nowatorskiego charakteru badań 14
2.4. Znaczenie wyników badań dla rozwoju dziedziny i dyscypliny 14
3. Hipotezy badawcze, cel główny i cele szczegółowe rozprawy doktorskiej 15
3.1. Hipotezy badawcze 15
3.2. Cel badań 15
3.3. Cele szczegółowe 15
4. Metody badań i dobór próby 16
4.1. Pozwolenie Komisji Bioetycznej 16
4.2. Rekrutacja próby 16
4.3. Badanie sposobu żywienia 16
4.4. Badanie stylu życia 17
4.5. Badanie metabolicznych czynników ryzyka chorób dietozależnych 18
4.6. Czynniki zakłócające 18
4.7. Analiza statystyczna 19
5. Wyniki badań przedstawione w monotematycznym cyklu publikacji 21
5.1. Charakterystyka badanej próby 21
5.2. Wzory żywienia i stylu życia 21
5.3. Związki pomiędzy wzorami żywienia i stylu życia a występowaniem metabolicznych czynników ryzyka chorób dietozależnych 22
5.4. Zmiany po 2-latach 23
6. Dyskusja 24
6.1. Wzory żywienia i stylu życia a występowanie metabolicznych czynników ryzyka chorób dietozależnych 24
6.2. Zmiany w czasie 26
6.3. Mocne i słabe strony badań 27
6.4. Praktyczne zastosowanie wyników badań 28
6.5. Kierunek przyszłych badań 29
7. Podsumowanie i wnioski 30
8. Piśmiennictwo 31
9. Publikacje naukowe wraz z materiałami uzupełniającymi 35

WYKAZ SKRÓTÓW

BMI	Wskaźnik masy ciała (ang. *Body Mass Index*)
CI	Przedział ufności (ang. *Confidence Interval*)
FBG	Glukoza we krwi na czczo (ang. *Fasting Blood Glucose*)
FFQ	Kwestionariusz częstotliwości spożycia żywności (ang. *Food Frequency Questionnaire*)
FM	Masa tłuszczowa (ang. *Fat Mass*)
nHDI	Indeks niezdrowej diety (ang. *non-Healthy-Diet-Index*)
OR	Iloraz szans (ang. *Odds Ratio*)
PCA	Analiza głównych składowych (ang. *Principal Component Analysis*)
pHDI	Indeks prozdrowotnej diety (ang. *pro-Healthy-Diet-Index, pHDI*)
RD	Różnice względne (ang. *Relative Difference*)
SD	Odchylenie średnie (ang. *Standard Deviation*)
SMM	Masa mięśni szkieletowych (ang. *Skeletal Muscle Mass*)
TMAO	Tlenek trimetyloaminy (ang. *Trimethylamine-N-oxide*)
TC	Cholesterol całkowity (ang. *Total Cholesterol*)
TG	Trójglicerydy (ang. *Triglicerydes*)
WC	Obwód pasa (ang. *Waist Circumference*)
VAT	Trzewna tkanka tłuszczowa (ang. *Visceral Adipose Tissue*)
WHtR	Wskaźnik obwodu pasa do wysokości ciała (ang. *Waist-to-Hight Ratio*)

1. Streszczenie

Celem pracy była analiza związku między wzorami żywienia i stylu życia a ryzykiem występowania otyłości i zaburzeń metabolicznych u młodych mężczyzn. Badania przeprowadzono w dwóch etapach jako badanie typu przekrojowego (I etap) i kohortowego (II etap). Badania przekrojowe zrealizowano w latach 2017-2018 u 358 mężczyzn w wieku 19–40 lat, a badania kohortowe po 2 latach u 95 mężczyzn, którzy brali udział w I etapie badań.

Dane dotyczące diety i stylu życia zebrano za pomocą kwestionariusza do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych KomPAN®. Wzory żywienia i stylu życia wyłoniono z danych zebranych w I etapie badań za pomocą analizy głównych składowych (PCA), włączając do modelu 25 zmiennych żywieniowych oraz 6 zmiennych dotyczących stylu życia. Jakość diety określono za pomocą dwóch wskaźników jakości diety (predefiniowanych wzorów żywienia): wskaźnika prozdrowotnej diety (pHDI) i wskaźnika niezdrowej diety (nHDI), oddzielnie z danych zebranych w I oraz II etapie badań. W obu etapach badań mierzono i analizowano wskaźniki zdrowia metabolicznego.

W ocenie masy i składu ciała użyto następujących wskaźników i kryteriów: wskaźnik masy ciała (BMI, nadwaga: BMI=25–29,9 kg/m^2; otyłość: BMI=30-34,9 kg/m^2), stosunek obwodu talii do wysokości (WHtR, otyłość centralna: WHtR≥0,5), procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (%FM, otyłość typu ogólnego: %FM≥25%), ilość trzewnej tkanki tłuszczowej (VAT, nadmierna ilość trzewnej tkanki tłuszczowej: VAT≥mediany) i wskaźnik masy mięśni szkieletowych (SMM, duża masa mięśniowa: SMM≥mediany).

Za występowanie zaburzeń metabolicznych we krwi uznano podwyższony poziom: glukozy na czczo (FBG≥100 mg/dl), trójglicerydów (TG≥150 mg/dl), cholesterolu całkowitego (TC≥200 mg/dl) oraz ciśnienia skurczowego lub rozkurczowego (odpowiednio ≥130 lub ≥85 mmHg). Zmiany po 2 latach określono przez obliczenie różnic względnych (RD, %) w wartościach średnich i rozkładach wskaźników zdrowia metabolicznego.

Wyłoniono cztery wzory żywienia i stylu życia, które nazwano zgodnie z charakterystyką zmiennych włączonych do danego wzoru. Wieloczynnikowa regresja logistyczna wykazała, że większe dopasowanie (górny vs. dolny tercyl jako grupa referencyjna) do wzoru „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym" wiązało się z większą szansą występowania nadwagi i zwiększonej masy mięśni szkieletowych oraz mniejszą szansą występowania: otyłości mierzonej BMI, nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej i podwyższonym poziomem trójglicerydów we krwi. Większe dopasowanie do wzoru „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" wiązało się z większą szansą występowania nadwagi i mniejszą szansą występowania: otyłości, nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej i podwyższonego poziomu glukozy we krwi. Większe dopasowanie do wzoru „Kanapki i żywność wygodna" wiązało się z większą szansą występowania: otyłości centralnej, otyłości ogólnej, nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej, podwyższonego poziomu trójglicerydów we krwi, występowania co najmniej dwóch zaburzeń metabolicznych oraz mniejszą szansą zwiększonej masy mięśni szkieletowych. Większe dopasowanie do wzoru „Żywność typu fast-food i używki" wiązało się z większą szansą występowania otyłości centralnej, otyłości ogólnej,

nadmiernej trzewnej tkanki tłuszczowej i mniejszą szansą zwiększonej masy mięśni szkieletowych.

Po dwóch latach zaobserwowano zmiany w jakości diety w trzech na cztery wzory żywienia i stylu życia, a we wszystkich wzorach – zmiany w występowaniu metabolicznych wskaźników zdrowia. Nie zaobserwowano istotnych zmian w statusie rodzinnym, społeczno-ekonomicznym i demograficznym oraz czynnikach związanych ze stylem życia. Wśród mężczyzn o początkowo większym dopasowaniu do wzorów „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym" oraz „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" zaobserwowano pogorszenie jakości diety, co wyrażało się obniżeniem wartości wskaźnika pHDI (odpowiednio RD=-13,6% i RD=-14,6%) oraz stwierdzono wzrost wskaźników otyłości. Wśród mężczyzn o początkowo większym dopasowaniu do wzoru „Kanapki i żywność wygodna" zaobserwowano poprawę jakości diety, co wyrażało się obniżeniem wartości wskaźnika nHDI (RD=-25,3%) oraz stwierdzono zmniejszenie poziomu glukozy we krwi na czczo (RD=-6,1%). We wzorze „Żywność typu fast-food i używki" nie zaobserwowano istotnych zmian w sposobie żywienia, w tym zmian we wskaźnikach pHDI i nHDI, natomiast wzrosły wskaźniki otyłości i skurczowe ciśnienie krwi.

Reasumując, wzory żywienia i stylu życia obejmujące prozdrowotne zachowania żywieniowe w połączeniu z aktywnym trybem życia wiązały się z mniejszym ryzykiem wystąpienia zaburzeń metabolicznych, pomimo obecności pewnych niezdrowych zachowań, takich jak palenie tytoniu w przeszłości czy spożywanie smażonych potraw. Niezdrowe wzory żywienia i stylu życia, w których złej diecie towarzyszyło stosowanie środków pobudzających, wiązały się z gorszym zdrowiem metabolicznym, pomimo stosunkowo młodego wieku mężczyzn. W perspektywie dwuletniej poprawa sposobu żywienia wiązała się z poprawą kontroli glikemii, pomimo braku zmian w masie ciała, natomiast pogorszenie jakości diety lub utrzymywanie się niezdrowych zachowań żywieniowych wiązało się z pogorszeniem wskaźników metabolicznych. Kluczowym wnioskiem wypływającym z niniejszych badań jest to, że nawet małe zmiany w codziennej diecie wdrożone we względnie krótkim okresie czasu (2 lat) mogą wpływać na poprawę zdrowia metabolicznego młodych mężczyzn.

Summary

The aim of the study was to investigate the relationship between dietary and lifestyle patterns and the risk of obesity and metabolic disorders in young men. The study was conducted in two stages as a cross-sectional study (stage I) and a cohort study (stage II). Cross-sectional study was carried out in 2017-2018 in 358 men aged 19-40, followed-up by a cohort study after 2 years in 95 men who participated in the first stage of the study.

Diet and lifestyle data were collected using the KomPAN® Questionnaire. Dietary and lifestyle patterns were derived from the data collected in the first stage of the research using principal component analysis (PCA), including 25 dietary variables and 6 lifestyle variables. Diet quality was determined using two diet quality indices (predefined nutrition patterns): the pro-healthy diet index (pHDI) and the unhealthy diet index (nHDI), separately from the data collected in the 1st and 2nd stage of the research. Indicators of metabolic health were measured and analysed in both phases of the study.

The following indices and criteria were used in the assessment of body mass and body composition: body mass index (BMI, overweight: BMI=25–29.9 kg/m2; obese: BMI=30–34.9 kg/m2), waist circumference to height ratio (WHtR, central obesity: WHtR≥0.5), body fat mass percentage (%FM, general obesity: %FM≥25%), amount of visceral adipose tissue (VAT, excessive amount of visceral adipose tissye: VAT≥median) and skeletal muscle mass index (SMM, large muscle mass: SMM≥median).

Metabolic abnormalities were considered in those with elevated levels of: fasting blood glucose (FBG≥100 mg/dl), triglycerides (TG≥150 mg/dl), total cholesterol (TC≥200 mg/dl) and systolic or diastolic blood pressure (≥ 130 or ≥85 mmHg). Changes after 2 years were determined by calculating relative differences (RD, %) in the mean values and distributions of metabolic health indicators.

Four patterns of dietary-lifestyle patterns were selected, which were named accordingly to the characteristics of the variables included in the given pattern. Multivariate logistic regression showed the greater adherence (upper vs. lower tertile as the reference group) to the "Protein food, fried-food, and recreational physical activity" pattern was associated with higher odds of being overweight and increased skeletal muscle mass and lower odds of the occurrence of: obesity measured by BMI, an excessive amount of visceral adipose tissue and elevated levels of triglycerides in the blood. Greater adherence to the "Healthy diet, active, past smokers" pattern was associated with higher odds of being overweight and lower odds of obesity, excess visceral adipose tissue, and elevated blood glucose levels. Greater adherence to the "Sandwiches and convenient diet" pattern was associated with higher odds of central obesity, general obesity, excess visceral adipose tissue, elevated blood triglycerides, at least two metabolic disorders, and lower odds of increased skeletal muscle mass. Greater adherence to the "Fast foods and stimulants" pattern was associated with higher odds of central obesity, overall obesity, excessive visceral adipose tissue, and lower odds of increased skeletal muscle mass.

After two years, changes in diet quality were observed in three out of four dietary-lifestyle patterns. Changes in metabolic health were observed across all patterns. There were no significant changes in family, socio-economic and demographic status, and lifestyle factors. Among men with higher adherence to "Protein food, fried-food, and recreational physical

activity" and "Healthy diet, active, past smokers" patterns a deterioration in diet quality was observed, which was expressed in the decrease in the value of the pHDI index (RD=-13.6% and RD=-14.6%, respectively), as well as the worsening of adiposity indicators. Among men with higher adherence to "Sandwiches and convenient diet" pattern, an improvement in the quality of the diet was observed, which was expressed in a decrease in the value of the nHDI index (RD=-25.3%) as well as a decrease in fasting blood glucose (RD=-6, 1%). No significant changes in the diet were observed among men with higher adherence to the "Fast foods and stimulants", while obesity and systolic blood pressure increased.

Overall, dietary- lifestyle patterns that included healthy eating behaviours combined with an active lifestyle were associated with a lower risk of developing metabolic disorders, despite the presence of some unhealthy behaviors such as a history of smoking and eating fried foods. Unhealthy dietary-lifestyle patterns, in which a poor diet was accompanied by the use of stimulants, were associated with poorer metabolic health, despite the relatively young age of men. In a two-year perspective, the improvement of the diet was associated with improved glycaemic control, despite the lack of changes in body weight, while the deterioration of diet quality or the persistence of unhealthy eating behaviours were associated with the worsening of metabolic health. The key conclusion of this study is that even small changes in the diet implemented over a relatively short period of time (2 years) can improve the metabolic health of young men.

2. Wstęp

2.1 Dotychczasowy stan wiedzy

Młodzi mężczyźni są grupą populacyjną narażoną na zwiększone ryzyko niesprzyjających zdrowiu zachowań żywieniowych i związanych ze stylem życia.[1,2] Wkroczenie w okres dorosłości wywołuje wiele zmian w ich życiu, m.in. wyprowadzenie się z domu rodzinnego, podjęcie studiów lub pracy, założenie rodziny. Zmiany te mogą niekorzystnie wpływać na sposób żywienia i styl życia, stopniowo zwiększając występowanie zaburzeń metabolicznych, w tym dyslipidemii i hiperglikemii oraz chorób dietozależnych, takich jak otyłość, nadciśnienie tętnicze, choroby serca, nowotwory i cukrzyca.[3] Opisana w tej pracy grupa demograficzna obejmuje dorosłych mężczyzn do 40. roku życia, ponieważ, przyjmując za Levinsonem i in.[4], ta granica wieku wyznacza przejście pomiędzy etapem wczesnej dorosłości do wieku średniego.

Związek między czynnikami ryzyka i chorobami jest wysoce złożony – czynnik ryzyka może być zarówno przyczyną, jak i skutkiem choroby. Na przykład, otyłość jest m.in. czynnikiem ryzyka nadciśnienia tętniczego, nowotworów i cukrzycy, a równocześnie skutkiem niewłaściwego stylu życia i zaburzonego bilansu energetycznego.[5-7] W 2021 r., głównymi przyczynami chorobowymi przedwczesnych zgonów mężczyzn w wieku 19-40 lat w Polsce były choroby układu krążenia, układu pokarmowego oraz nowotwory, które łącznie dotyczyły około 69% tej populacji.[8] Głównymi czynnikami zwiększającymi ryzyko przewlekłych chorób niezakaźnych są zaburzenia lipidowe, które w 2019 r. miało ponad 9% Polaków powyżej 15 r. ż. [9] W wielu aspektach sytuacja zdrowotna mężczyzn jest gorsza niż kobiet – dotyczy to obciążenia chorobami, dynamiki zmian w ich występowaniu i częstszego występowania zaburzeń zdrowia w młodszym wieku. Przykładowo, mężczyźni do 65 r.ż. stanowią 78% umierających z powodu choroby niedokrwiennej serca i 67% umierających z powodu choroby naczyń mózgowych.[10] Według badania NATPOL PLUS w młodszych grupach wiekowych (18-39 lat) nadciśnienie tętnicze ma prawie 4 razy więcej mężczyzn niż kobiet (odpowiednio 11 vs 3%).[11] Przyrost liczby osób z nadwagą i otyłością jest prawie 2 razy większy u mężczyzn niż kobiet (odpowiednio 9 vs. 5 jedn.%) i wykazuje dużą dynamikę w krótkim czasie (2004-2009).[10]

Z badań wynika, że cztery główne modyfikowalne, behawioralne czynniki ryzyka mogą wydatnie zwiększać ryzyko zaburzeń metabolicznych – są to: niewłaściwa dieta, mała aktywność fizyczna, palenie tytoniu i nadużywanie alkoholu.[12,13] Bez wątpienia, zagrożenie chorobami dietozależnymi jest większe w przypadku jednoczesnego oddziaływania wielu czynników ryzyka niż pojedynczych składowych.[14] Jednak nie wyjaśniono, jaki jest sumaryczny efekt oddziaływania tych czynników oraz które komponenty tych zachowań tworzą skupienia o najwyższym i najniższym zagrożeniu dla zdrowia. We wcześniejszych badaniach oceniano związki między predefiniowanymi czynnikami ryzyka związanymi z dietą i stylem życia a występowaniem chorób sercowo-naczyniowych, reprezentując podejście *a priori* (oparte na hipotezach).[12] W skrócie, podejście to stosuje się do oceny, w jakim stopniu wybrane zachowania pasują do powszechnie akceptowanych kryteriów zdrowego stylu życia, np. czy zalecenia dotyczące codziennej aktywności fizycznej lub spożycia błonnika zostały spełnione. Jednym z ograniczeń podejścia opartego na hipotezach jest to, że nie pozwala ono na wyodrębnienie

pewnych unikalnych kombinacji zachowań, rzeczywiście występujących w badanych populacjach, lecz trudnych do przewidzenia. Rozwiązaniem tego problemu jest podejście *a posteriori* i identyfikowanie skupień (tzw. wzorów) tychże czynników ryzyka za pomocą wielowymiarowych technik statystycznych. Analiza wzorów ma tę zaletę, że odzwierciedla zachowania rzeczywiście występujące w badanej populacji oraz pozwala na ujawnienie często nieoczekiwanych wzorów zachowań, które wcześniej nie były zdefiniowane przez badaczy.[13]

W dotychczasowych badaniach podejście *a posteriori* było rzadziej stosowane, a interpretacja wyników miała pewne ograniczenia. Większość badań skupiała się na ogólnej populacji kobiet i mężczyzn w celu wyłonienia wzorów, a następnie analizowano różnice dotyczące wzorów żywienia związane z płcią.[3,15] Jednak, jak podkreślają Northstone i Emmett,[16] w populacjach europejskich wysoce zalecana jest prowadzenie odrębnej, specyficznej dla płci, analizy wzorów żywienia. Autorzy ci wyłonili cztery wzory żywienia wśród mężczyzn: „zdrowotny", „tradycyjny", „przetworzony/słodycze" i „semi-wegetariański". W badaniu tym podkreślono wiele interesujących i ważnych różnic we wzorach żywienia związanych z płcią, np. wzór „tradycyjny" był obserwowany tylko u mężczyzn, co sugerowało ich silną preferencję kuchni tradycyjnej, która nie występowała u kobiet.[16] Niestety, skutki zdrowotne dostosowania do tych wzorów lub powiązań z czynnikami stylu życia nie były przedmiotem powyższej pracy.

Tylko w kilku badaniach podjęto próbę określenia związku między złożonymi wzorami żywienia i stylem życia a zaburzeniami metabolicznymi u młodych mężczyzn.[2,17,18] Jednak liczba zmiennych żywieniowych ujętych w tych badaniach była bardzo ograniczona i obejmowała tylko kilka pytań, zwykle dotyczących spożycia warzyw i owoców (jako wyznacznik zdrowej diety), pomijając inne ważne grupy żywności. Niemniej, wyniki tych badań dostarczyły cennych informacji na temat skupień (wzorów) zachowań żywieniowych i stylu życia, sugerując, że zarówno zdrowe, jak i niezdrowe zachowania mają tendencję do grupowania się.[13,16-18] Co istotne, grupowanie zachowań najmniej korzystnych dla zdrowia było częściej obserwowane u mężczyzn z młodszych grup wiekowych i o niższym statusie socjoekonomicznym.[13]

2.2. Uzasadnienie podjęcia problemu badawczego

Młodzi mężczyźni są grupą populacyjną z reguły pomijaną w programach interwencyjnych, które są zwykle kierowane do dzieci i młodzieży, kobiet w wieku rozrodczym i osób starszych. Jednak, jest to także grupa o zwiększonym ryzyku dla zdrowia, co przejawia się w częstszym występowaniu niesprzyjających zdrowiu zachowań żywieniowych i stylu życia, np. częstszym spożywaniu żywności typu fast-food i stosowaniu używek w porównaniu do dzieci, kobiet i osób starszych[1] oraz większym ryzyku zaburzeń metabolicznych powiązanych z występowaniem otyłości brzusznej w porównaniu z kobietami w tym samym wieku.[19] W odróżnieniu od dzieci i młodzieży, kontakt z mężczyznami jest utrudniony, zaś oni sami zazwyczaj wykazują małe zainteresowanie udziałem w interwencjach promujących zdrowy styl życia.[20] Ukształtowane we wczesnej dorosłości nieprawidłowe zachowania żywieniowe i stylu życia są względnie trwałe w czasie i zwiększają zachorowalność na choroby dietozależne,[21] co uzasadnia potrzebę wczesnego podjęcia działań prewencyjnych.

Aby zaplanować skuteczne działania prewencyjne i interwencyjne, potrzebne są silne dowody naukowe i szczegółowa charakterystyka docelowej populacji (tzw. *evidence-based interventions*).[22] Opisane w pracy doktorskiej badania dostarczają opis populacji młodych mężczyzn wraz z estymacją, które komponenty specyficznych zachowań żywieniowych (np. spożycie pewnych grup żywności) i stylu życia odpowiadają za największe ryzyko zaburzeń metabolicznych, a które komponenty – za najmniejsze ryzyko i wykazują wpływ prewencyjny.

2.3. Uzasadnienie nowatorskiego charakteru badań

Zrealizowane badanie wpisuje się w najnowsze trendy badań światowych, w których stosuje się holistyczne podejście w badaniu zależności między żywieniem, stylem życia i zdrowiem z wykorzystaniem zaawansowanych metod statystycznych. Unikatową zaletą badania jest połączenie w jednej analizie zachowań żywieniowych z elementami stylu życia, które po pierwsze, szczegółowo zdefiniowano przez ponad 30 pojedynczych komponentów (w tym 25 grup żywności), po drugie, nie były wcześniej rozważane w kontekście zaburzeń metabolicznych w tej specyficznej grupie wiekowej mężczyzn (19-40 lat). Takie podejście jest zgodne z rekomendacjami Światowej Organizacji Zdrowia, która wskazuje na konieczność analizowania zachowań związanych ze zdrowiem w szerokim kontekście z uwagi na ich potencjalne synergistyczne lub antagonistyczne oddziaływanie na organizm człowieka.[23]

Literatura przedmiotu wskazuje na potrzebę uwzględnienia w badaniach tzw. „wielkiej czwórki" modyfikowalnych, behawioralnych zachowań zdrowotnych, tj. diety, aktywności fizycznej, palenia tytoniu i spożycia alkoholu, zamiast pojedynczych zachowań, włączanych do badań selektywnie.[23-25] Wszystkie czynniki „wielkiej czwórki" zostały ujęte w niniejszym badaniu. Co więcej, do zbioru pojedynczych komponentów żywieniowych i stylu życia włączono m.in. regularność spożywania posiłków, czas spędzany na siedząco przed komputerem/TV i długość snu, które są czynnikami pozwalającymi na odróżnienie 'zachodniego' stylu życia od tradycyjnego.

2.4. Znaczenie wyników badań dla rozwoju dziedziny i dyscypliny

Zachowania żywieniowe i stylu życia zależą od wielu cech indywidualnych i społecznych, dlatego wyniki uzyskane w jednej grupie populacyjnej nie mogą być bezpośrednio przenoszone na populację o innej płci, wieku, statusie socjoekonomicznym lub żyjącą w innym kręgu kulturowym. W literaturze światowej opisano wzory żywienia i stylu życia niektórych grup.[13,24-28] Istnieją jednak skąpe dane o wzorach żywienia i stylu życia młodych mężczyzn. W związku z powyższym, przedstawione wyniki dostarczają unikatowej wiedzy o specyficznych wzorach żywienia i stylu życia młodych mężczyzn – scharakteryzowanych przez precyzyjnie zdefiniowane komponenty, odnoszące się do ponad 30 czynników żywieniowych i stylu życia, co stanowi pierwsze w literaturze tak szerokie ujęcie problemu. Wpływ tych wzorów na zdrowie ma uniwersalny charakter i może być szeroko interpretowany dla wielu subpopulacji na świecie.

3. Hipotezy badawcze, cel główny i cele szczegółowe rozprawy doktorskiej

3.1. Hipotezy badawcze

1. Sposób żywienia i styl życia młodych mężczyzn są wzajemnie powiązane, co pozwala zidentyfikować specyficzne wzory żywienia i stylu życia, w tym wzory o korzystnym i niekorzystnym wpływie na zdrowie.
2. Mężczyźni o niezdrowych wzorach żywienia i stylu życia mają większe ryzyko występowania otyłości i zaburzeń metabolicznych w porównaniu z mężczyznami o prozdrowotnych wzorach.
3. Średnioterminowe (2-letnie) zmiany w jakości diety wpływają na zmiany w występowaniu ryzyka otyłości i zaburzeń metabolicznych u młodych mężczyzn.

3.2. Cel badań

W literaturze przedmiotu brakuje dowodów naukowych, które wyczerpująco wyjaśniają złożoną zależność między sposobem żywienia i stylem życia młodych mężczyzn w kontekście chorób dietozależnych, pomimo względnie dobrego poznania głównych modyfikowalnych, behawioralnych czynników ryzyka. Celem pracy była analiza związku między wzorami żywienia i stylu życia a ryzykiem występowania otyłości i zaburzeń metabolicznych u młodych mężczyzn.

3.3. Cele szczegółowe

- Zidentyfikowanie specyficznych wzorów żywienia i stylu życia w kohorcie młodych mężczyzn z regionu Warmii i Mazur.
- Określenie współzależności między wzorami żywienia i stylu życia młodych mężczyzn a ryzykiem występowania otyłości i zaburzeń metabolicznych.
- Analiza wpływu wzorów żywienia i stylu życia na średnioterminowe zmiany (po 2 latach) w występowaniu ryzyka otyłości i zaburzeń metabolicznych u młodych mężczyzn.

4. Metody badań i dobór próby

4.1.Pozwolenie Komisji Bioetycznej

Na wykonanie badań uzyskano pozwolenie Komisji Bioetycznej Wydziału Nauk Medycznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie z dnia 8 grudnia 2016 r. (uchwała nr 45/2016), jako aneks do zgody z dnia 17 czerwca 2010 r. (Uchwała 20/2010). Wszyscy badani wyrazili pisemną i świadomą zgodę na udział w badaniu, w tym pobieranie próbek krwi i wykorzystanie danych klinicznych do badań.

4.2.Rekrutacja próby

Badania przeprowadzono w dwóch etapach jako badanie typu przekrojowego (I etap) i kohortowego (II etap). Badania przekrojowe zrealizowano w latach 2017-2018 u 358 mężczyzn w wieku 19–40 lat, a badania kohortowe po 2 latach u 95 mężczyzn, którzy brali udział w I etapie badań. Zastosowano wygodny dobór próby. W I etapie rekrutacja uczestników odbywała się poprzez promocję badań z wykorzystaniem plakatów, ulotek, zaproszeń w mediach społecznościowych i bezpośredni kontakt z działami kadrowymi lokalnych pracodawców oraz kontakty osobiste badacza i uczestników włączonych dla badań. Rekrutację przeprowadzono w zakładach pracy sektora publicznego i prywatnego zlokalizowanych na terenie miasta Olsztyna i jego okolic, obejmując tereny miejskie, podmiejskie i wiejskie, w celu zebrania kohorty mężczyzn w różnym wieku, poziomie wykształcenia i statusie zatrudnienia, aby osiągnąć maksymalną zmienność próby pod względem demograficznym i społeczno-ekonomicznym, odzwierciedlającą strukturę populacji generalnej.

Kryteriami włączenia do badań były: płeć męska, wiek 19–40 lat, zdolności poznawcze umożliwiające odpowiedzi na pytania zadawane przez badacza oraz wyrażenie pisemnej zgody na udział w badaniu. Kryteriami wykluczenia były: płeć żeńska oraz zaburzenia poznawcze, które nie pozwalały na zrozumienie i udzielenie odpowiedzi na pytania zadawane przez badacza.

Badania wykonano u 385 mężczyzn, ale po wstępnej analizie z dalszych badań wykluczono łącznie 26 mężczyzn z powodu: braku danych (n=7), wieku poza zakresem (n=11), występowania chorób kardiometabolicznych, w tym chorób układu krążenia (n=4) i cukrzycy (n=5). Chociaż choroby kardiometaboliczne nie były kryterium wyłączenia z badań, to na potrzeby niniejszej pracy zdecydowano, że mężczyźni ze zdiagnozowanymi chorobami powinni zostać wykluczeni z dalszej analizy ze względu na ich małą liczbę (9) oraz potencjalny błąd wynikający z zastosowanego leczenia farmakologicznego.

Wszystkie dane dotyczące sposobu żywienia, stylu życia i statusu społeczno-ekonomicznego zebrano za pomocą pytań zamkniętych z kwestionariusza KomPAN®, opracowanego dla polskiej populacji w wieku 15–65 lat.[29] Podczas walidacji kwestionariusza KomPAN® u osób zdrowych i chorych ustalono, że jest narzędziem o zgodności wewnętrznej akceptowalnej do bardzo dobrej.[30]

4.3.Badanie sposobu żywienia

Dane żywieniowe dotyczyły częstotliwości spożycia 25 grup żywności powszechnie spożywanych w populacji polskiej. Uczestnicy zostali poproszeni o

wskazanie jak często zwyczajowo spożywali dany rodzaj żywności w ciągu ostatnich 12 miesięcy. Kategorie częstotliwości spożycia żywności przeliczono na krotności dzienne w następujący sposób: nigdy (0 razy/dzień), 1–3 razy w miesiącu (0,06 razy/dzień), raz w tygodniu (0,14 razy/dzień), kilka razy w tygodniu (0,5 razy/dzień), raz dziennie (1,0 razy/dzień) lub kilka razy dziennie (2,0 razy/dzień), zgodnie z instrukcją opracowaniach danych pochodzących z kwestionariusza.[29]

Jakość diety opisywano za pomocą dwóch wskaźników jakości diety: (1) indeksu prozdrowotnej diety – pHDI oraz (2) indeksu niezdrowej diety – nHDI.[29] Wskaźnik pHDI uwzględniał 10 grup żywności o potencjalnie korzystnym wpływie na zdrowie, takich jak: pieczywo razowe; kasze gruboziarniste/płatki owsiane/makaron pełnoziarnisty; mleko; fermentowane napoje mleczne; sery twarogowe; potrawy z tzw. mięsa białego; ryby; potrawy z nasion roślin strączkowych; owoce; warzywa. Wskaźnik nHDI uwzględniał 14 grup żywności o potencjalnie niekorzystnym wpływie na zdrowie, takich jak: pieczywo jasne; ryż biały/makaron zwykły/drobne kasze; żywność typu fast food; mięsne/mączne potrawy smażone; masło; smalec; sery dojrzewające; wędliny/kiełbasy; potrawy z tzw. mięsa czerwonego; słodycze; konserwy mięsne; słodzone napoje; napoje energetyzujące; napoje alkoholowe.

Oba wskaźniki jakości diety obliczono przez zsumowanie częstotliwości spożycia (krotność/dzień) wskazanych 10 grup żywności (pHDI) lub 14 grup żywności (nHDI). Wskaźniki, w celu ich ujednolicenia i uzyskania zakresów 0-100 pkt., zostały przeliczone w następujący sposób:

$$\text{pHDI (w punktach)} = (100/20) \times \text{suma częstotliwości spożycia 10 grup żywności (krotność/dzień)}$$

$$\text{nHDI (w punktach)} = (100/28) \times \text{suma częstotliwości spożycia 14 grup żywności (krotność/dzień)}$$

4.4.Badanie stylu życia

Zachowania związane ze stylem życia dotyczyły dziennej liczby spożywanych posiłków, aktywności fizycznej w pracy i w czasie wolnym, palenia tytoniu obecnie i w przeszłości oraz czasu spędzanego przed ekranem. Badani podawali liczbę spożywanych posiłków w ciągu dnia, wybierając jedną z pięciu odpowiedzi, zaczynając od jednego posiłku dziennie do pięciu i więcej posiłków dziennie. Odnośnie aktywności fizycznej w czasie pracy, uczestnicy wybierali jedną z trzech odpowiedzi: (i) mała – ponad 70% czasu spędzanego w pozycji siedzącej; (ii) umiarkowana — około 50% czasu w pozycji siedzącej i 50% w ruchu; oraz (iii) duża — około 70% czasu pracy w ruchu lub praca fizyczna związana z dużym wysiłkiem. Opisując aktywność fizyczną w czasie wolnym, badani mieli do wyboru jeden z trzech poziomów aktywności: (i) małą – przewaga siedzenia, oglądanie TV, czytanie prasy, książek, lekkie prace domowe, spacer 1-2 godziny w tygodniu; (ii) umiarkowaną – spacery, jazda na rowerze, gimnastyka, praca w ogrodzie lub inna lekka aktywność fizyczna wykonywana 2-3 godziny w tygodniu; oraz (iii) dużą – jazda na rowerze, bieganie, praca na działce lub w ogrodzie i inne sportowe zajęcia rekreacyjne wymagające wysiłku fizycznego wykonywane ponad 3 godziny tygodniowo.

Pytania o palenie w przeszłości i obecnie miały dychotomiczny wybór odpowiedzi:

tak lub nie. Czas spędzany przed ekranem oceniano za pomocą pytania: „Ile godzin w ciągu doby spędza Pan przeciętnie oglądając TV lub przed komputerem (wliczając w to pracę zawodową)?" Badani mogli wybrać jedną z sześciu odpowiedzi: od mniej niż 2 godziny do 10 godzin i więcej. Każda zmienna dotycząca stylu życia była następnie traktowana jako zmienna ciągła poprzez przyporządkowanie odpowiedziom wartości liczbowych, w celu ich późniejszego wykorzystania w analizie statystycznej.

4.5.Badanie metabolicznych czynników ryzyka chorób dietozależnych

Pomiary antropometryczne zostały przeprowadzone zgodnie z wytycznymi *International Society for Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) – International Standards for Anthropometric Assessment.[31] W badaniu wykorzystano specjalistyczny sprzęt do pomiaru: wysokości ciała (stadiometr przenośny SECA 220), obwodu pasa (taśma miernicza SECA 201), masy ciała (elektroniczna waga cyfrowa SECA 799). Skład ciała zbadano metodą impedancji bioelektrycznej z użyciem analizatora składu ciała SECA *medical Body Composition Analyzer* (mBCA) 515. W ocenie masy i składu ciała użyto następujących wskaźników i kryteriów: wskaźnik masy ciała (BMI, nadwaga: BMI=25–29,9 kg/m^2; otyłość: BMI=30-34,9 kg/m^2), stosunek obwodu talii do wysokości (WHtR, otyłość centralna: WHtR≥0,5), procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (%FM, otyłość typu ogólnego: %FM≥25%), ilość trzewnej tkanki tłuszczowej (VAT, nadmierna ilość trzewnej tkanki tłuszczowej: VAT≥mediany) i wskaźnik masy mięśni szkieletowych (SMM, duża masa mięśniowa: SMM≥mediany).[32-34]

Poziom stężenia glukozy na czczo, trójglicerydów i całkowitego cholesterolu we krwi zmierzono metodą reflektometrii pobierając krew włośniczkową (z palca). Pomiary wykonano z użyciem jednorazowych pasków testowych oraz glukometrów Accutrend Plus (*Roche Diagnostic GmbH*, Mannheim, Niemcy). Wszystkie pomiary wykonywano w godzinach porannych, a osoby badane proszono o powstrzymanie się od jedzenia i picia (z wyjątkiem wody) od 8 do 10 godzin przed wizytą. Ocena ciśnienia tętniczego skurczowego i rozkurczowego polegała na wielokrotnych pomiarach za pomocą monitora elektronicznego (*Omron M3 Intellisense Automatic Blood Monitor, Omron Healthcare*, Mannheim, Niemcy), zgodnie z procedurami *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE),[35] co oznacza, że wszystkie pomiary były uzyskiwane w jednolity sposób dla każdego uczestnika, aby zminimalizować ryzyko błędu. Za występowanie zaburzeń metabolicznych we krwi uznano podwyższony poziom: glukozy na czczo (FBG≥100 mg/dl), trójglicerydów (TG≥150 mg/dl), cholesterolu całkowitego (TC≥200 mg/dl) oraz ciśnienia skurczowego lub rozkurczowego (odpowiednio ≥130 lub ≥85 mmHg).[36-38]

4.6.Czynniki zakłócające

Czynniki zakłócające, mające potencjalny wpływ na wyniki badań, zidentyfikowano na podstawie przeglądu piśmiennictwa związanego z wzorami żywienia i wskaźnikami zdrowia metabolicznego. Za zmiennie zakłócające uznano wiek oraz zmienne socjoekonomiczne, takie jak: miejsce zamieszkania (wieś, miasto <20 tys., miasto 20–100 tys., miasto >100 tys. mieszkańców), wykształcenie (podstawowe, średnie, wyższe) oraz sytuację materialną. Ostatni z wymienionych czynników opisano za pomocą

pytania: „Jak Pan ocenia sytuację swojego gospodarstwa domowego?”. Do wyboru było pięć odpowiedzi: (i) żyjemy bardzo biednie – nie wystarcza nam nawet na podstawowe potrzeby; (ii) żyjemy skromnie – musimy na co dzień bardzo oszczędnie gospodarować, (iii) żyjemy średnio – wystarcza nam na co dzień, ale musimy oszczędzać na poważniejsze zakupy; (iv) żyjemy dobrze – wystarcza nam na wiele bez specjalnego oszczędzania; (v) żyjemy bardzo dobrze – możemy pozwolić sobie na pewien luksus.

4.7.Analiza statystyczna

Wymaganą liczebność próby oszacowano na podstawie występowania zaburzeń metabolicznych, wykorzystując dane własne zebrane w 2017 roku (n=253) i przyjmując dwustronny poziom istotności alfa=0,05 i moc testu 80% do wykrycia 50% różnicy w występowaniu zaburzeń metabolicznych między dwiema grupami.

Dane przedstawiono jako odsetek próby dla zmiennych jakościowych oraz wartości średnie wraz z odchyleniami standardowymi (SD) dla zmiennych ilościowych o rozkładzie normalnym lub mediany z rozstępem kwartylnym dla zmiennych ilościowych o rozkładzie niezgodnym w rozkładem normalnym. Przed analizą statystyczną zgodność rozkładu zmiennych ilościowych w rozkładem normalnym zweryfikowano testem Kołmogorowa-Smirnowa i testem Shapiro-Wilka. Różnice między grupami dla zmiennych skategoryzowanych weryfikowano za pomocą testu chi-kwadrat Pearsona. Różnice między zmiennymi ilościowymi badano testem t-studenta dla zmiennych o rozkładzie normalnym lub testem Kruskala-Wallisa dla zmiennych o rozkładzie niezgodnym w rozkładem normalnym. Aby w badaniach kohortowych ocenić różnice zachodzące w czasie (po 2 latach) dla analizowanych zmiennych obliczono względne różnice:

$$\text{Różnica względna (RD, \%)} = (\text{wartość końcowa} - \text{wartość początkowa}) / \text{wartość początkowa} \times 100$$

Wzory żywienia i stylu życia uzyskano za pomocą analizy głównych składowych (PCA), z rotacją znormalizowaną varimax.[39] W PCA uwzględniono łącznie 31 zmiennych: 25 związanych ze sposobem żywienia i 6 zmiennych związanych ze stylem życia. Podczas identyfikacji liczby wzorów brano pod uwagę następujące kryteria: (i) wartości własne korelacji zmiennych >1,0; (ii) wykres wartości własnych, oraz (iii) całkowita wyjaśniona wariancja [29]. Rotowane ładunki czynnikowe o wartości bezwzględnej $\geq |0{,}30|$ zostały uznane za specyficzne dla danego wzoru i użyte do nazwania wzorów. Im wyższe wartości ładunków czynnikowych, tym silniejszy związek między wzorami a zmiennymi dotyczącymi sposobu żywienia lub stylu życia.[39] Dla każdego uczestnika i każdego wzoru wyniki obliczono jako iloczyn ładunku czynników i częstotliwości spożycia żywności (dla zmiennych żywieniowych) lub przypisanych kategorii liczbowych (dla zmiennych stylu życia). Następnie dla każdego wzoru obliczono przedziały tercylowe i mężczyzn podzielono na 3 grupy, które określały stopień dopasowania ich żywienia/stylu życia do danego wzoru: w górnym tercylu znalazły się osoby o większym dopasowaniu do wzoru, w środkowym tercylu – o umiarkowanym dopasowaniu, w dolnym tercylu – o mniejszym dopasowaniu.

Do badania związku pomiędzy wzorami a zaburzeniami metabolicznymi zastosowano regresję logistyczną. Obliczono iloraz szans (OR) i 95% przedział ufności

(95% CI). Stworzono dwa modele: surowy (bez adjustacji) i adjustowany na potencjalne czynniki zakłócające, które włączono do analizy statystycznej jako zmienne ilościowe lub skategoryzowane: wiek (w latach), miejsce zamieszkania (4 kategorie), wykształcenie (3 kategorie) i sytuację materialną (5 kategorii). Istotność statystyczną współczynnika regresji sprawdzono testem Walda.

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu STATISTICA (wersja 10.0 PL; StatSoft Inc., Tulsa, USA; Kraków, StatSoft Polska). Podczas testowania hipotez poziom istotności $p<0,05$ uznano za istotny statystycznie.

5. Wyniki badań przedstawione w monotematycznym cyklu publikacji

5.1.Charakterystyka badanej próby

W próbie ogólnej (n=358), 42% badanych deklarowało spożywanie co najmniej czterech posiłków dziennie. Wysoką aktywność fizyczną związaną z wykonywaną pracą zawodową zadeklarowało 18% mężczyzn, a związaną z rekreacją 41% mężczyzn. Ponad ¼ mężczyzn spędzała przed ekranem powyżej 8 godzin/dobę. Nadwagę stwierdzono u 45% mężczyzn, otyłość centralną u 40%, natomiast nadmierną ilość tkanki tłuszczowej u 32%. Wśród zaburzeń metabolicznych najczęstszym zaburzeniem był podwyższony poziom: TC (34%), TG (30%) i FBG (11%). Podwyższone skurczowe lub rozkurczowe ciśnienie krwi stwierdzono u prawie 40% próby.

Początkowy średni wiek wszystkich uczestników badania w etapie I (n=358) wyniósł 30,1 lat. Większość mężczyzn mieszkała w mieście (64%), miała dobry lub bardzo dobry status ekonomiczny (73%), wyższe wykształcenie (58%) i pracowała fizycznie (58%). Pod względem statusu rodzinnego 65% zadeklarowało, że jest w stałym związku, a 37% mężczyzn posiadało dzieci.

Podgrupę mężczyzn, którzy wrócili do badania po dwóch latach (n = 95) porównano z próbą całkowitą (n=358). Analizując dane z I etapu, różnice między próbą ogólną a podgrupą (n=95) na etapie *baseline* były związane z wiekiem (odpowiednio 30,1 *vs.* 31,8 przed i po), miejscem zamieszkania (36% *vs*. 25% ze wsi i miast) wykształceniem (42% *vs.* 28% z wykształceniem średnim lub podstawowym) i czasem spędzanym przed ekranem (44% *vs*. 58% z co najmniej 6 godzinami dziennie). Porównując różnice wewnątrz podgrupy (n=95) z etapu I oraz II nie stwierdzono istotnych różnic społeczno-demograficznych poza spodziewaną różnicą wieku (2 lata).

Analizując wskaźniki otyłości i zaburzeń metabolicznych, nie zaobserwowano istotnych różnic między grupą ogólną (n=358) oraz podgrupą (n=95) na etapie *baseline*. Jedyną różnicę zaobserwowano w odsetku mężczyzn z podwyższonym poziomem cholesterolu całkowitego (45% w podgrupie *vs.* 34% w próbie ogólnej), ale różnica ta nie była statystycznie istotna w porównaniu wartości średnich między grupami *(p*=0,081).

W celu zminimalizowania błędu utraty uczestników (tzw. *attrition bias*) porównano charakterystykę grupy mężczyzn, którzy wrócili do badania z grupą, która zrezygnowała z ponownego udziału. Nie wykryto różnic między grupami pod względem zachowań związanych ze stylem życia (z wyjątkiem czasu ekranowego) ani wskaźników otyłości. Jedyne różnice dotyczyły profilu lipidowego (mężczyźni, którzy zrezygnowali mieli niższy poziom stężenia cholesterolu całkowitego oraz wyższy poziom stężenia trójglicerydów), wieku, miejsca zamieszkania i wykształcenia (młodszy wiek, niższy poziom wykształcenia i zamieszkanie w małych miastach lub na wsi).

5.2.Wzory żywienia i stylu życia

Wyłoniono cztery wzory żywienia i stylu życia o całkowitej wyjaśnianej wariancji wynoszącej 32,2%. Wzory nazwano zgodnie z charakterystyką zmiennych włączonych do danego wzoru. Wzór „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym" charakteryzował się częstym spożywaniem mięsa białego (ładunek czynnikowy = 0,70), ryżu białego/makaronu zwykłego/drobnych kasz (0,65), jaj

(0,57), mięsa czerwonego (0,51), potraw smażonych (0,49), kasz gruboziarnistych/płatków owsianych/makaronu pełnoziarnistego (0,37), a także większą liczbą posiłków spożywanych w ciągu dnia (0,37) oraz wyższym poziomem aktywności fizycznej w czasie wolnym (0,31). Wzór „Kanapki i żywność wygodna" charakteryzował się częstym spożywaniem przetworów mięsnych (0,72), białego pieczywa (0,63), masła (0,60), serów (0,56), słodyczy (0,39), konserw mięsnych (0,33) oraz czerwonego mięsa (0,30). Wzór „Żywność typu fast-food i używki" charakteryzował się częstym spożywaniem napojów słodzonych (0,58), napojów energetyzujących (0,52), alkoholu (0,46), żywności typu fast-food (0,39) oraz rzadszym spożywaniem owoców (−0,42) i warzyw (−0,31), a także paleniem tytoniu obecnie (0,62) lub w przeszłości (0,45). Wzór „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" charakteryzował się częstym spożywaniem owoców (0,57), warzyw (0,54), fermentowanych napojów mlecznych (0,53), pieczywa pełnoziarnistego (0,48), ryb (0,46), twarogu (0,43), mleka (0,42), kasz gruboziarnistych/płatków owsianych/makaronu pełnoziarnistego (0,38) i nasion roślin strączkowych (0,37), a także większą liczbą posiłków w ciągu dnia (0,40), paleniem tytoniu w przeszłości (0,37) oraz większym poziomem aktywności fizycznej w pracy lub szkole (0,38) i w czasie wolnym (0,30).

5.3.Związki pomiędzy wzorami żywienia i stylu życia a występowaniem metabolicznych czynników ryzyka chorób dietozależnych

Wieloczynnikowa regresja logistyczna wykazała, że większe dopasowanie do wzoru „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym" wiązało się z większą szansą występowania nadwagi (OR 2,22; 95%CI: 1,19–4,15) i zwiększonej masy mięśni szkieletowych (2,02; 1,17–3,50) oraz mniejszą szansą: otyłości ogólnej (0,23; 0,11–0,45), nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej (0,45; 0,26–0,79) i podwyższonego poziomu TC (0,44; 0,25–0,79). Większe dopasowanie do wzoru „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" wiązało się z większą szansą występowania nadwagi (3,35; 1,82–6,18) i mniejszą szansą występowania: otyłości ogólnej (0,38; 0,19–0,74), nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej (0,51; 0,29–0,89) i podwyższonego poziomu FBG (0,32; 0,11–0,92). Większe dopasowanie do wzoru „Kanapki i żywność wygodna" wiązało się z większą szansą występowania: otyłości centralnej (1,99; 14–3,47), otyłości ogólnej (3,45; 1,77–6,83), nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej (2,59; 1,48–4,54), podwyższonego poziomu TC (2,72; 1,53–4,86), podwyższonego poziomu TG (1,87; 1,03–3,39), występowania co najmniej dwóch zaburzeń metabolicznych (2,54; 1,20–5,39) oraz mniejszą szansą zwiększonej masy mięśni szkieletowych (0,53; 0,31–0,90). Większe dopasowanie do wzoru „Żywność typu fast-food i używki" wiązało się z większą szansą występowania: otyłości centralnej (2,07; 1,13–3,78), otyłości ogólnej (4,76; 2,10–10,74), nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej (3,17; 1,65–5,98) i mniejszą szansą zwiększonej masy mięśni szkieletowych (0,48; 0,27–0,86).

5.4.Zmiany po 2-latach

Po dwóch latach zaobserwowano zmiany w jakości diety w trzech na cztery wzory żywienia i stylu życia, a we wszystkich wzorach – zmiany w występowaniu zaburzeń metabolicznych. Stwierdzono wzrost średnich wartości WC (90,5 *vs.* 92,7 cm, odpowiednio przed i po), WHtR (0,50 *vs.* 0,51), SBP (126,9 *vs*.132,1 mmHg) oraz odnotowano większy odsetek mężczyzn z nadmiarem trzewnej tkanki tłuszczowej (53 *vs.* 69%). Nie zaobserwowano istotnych zmian w statusie rodzinnym, społeczno-ekonomicznym i demograficznym oraz czynnikach związanych ze stylem życia.

Wśród mężczyzn o początkowo większym dopasowaniu do wzoru „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym" zaobserwowano pogorszenie jakości diety, co wyrażało się obniżeniem wartości wskaźnika pHDI (RD=−13,6%, p=0,011), z równoległym wzrostem odsetka mężczyzn o nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej (RD=68,3%, p=0,024).

Wśród mężczyzn o początkowo większym dopasowaniu do wzoru „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" również zaobserwowano pogorszenie jakości diety (pHDI: RD=−14,6%, p=0,005) oraz stwierdzono pogorszenie wskaźników otyłości takich jak: WC, WHtR i ilość trzewnej tkanki tłuszczowej (odpowiednio RD=3%, p=0,045; RD=3,4%, p=0,024 i RD=72,4%, p=0,026). W analizie rozkładu próby zaobserwowano znaczny wzrost odsetka mężczyzn z nadmierną ilością trzewnej tkanki tłuszczowej (RD=82,5%, p=0,009).

Wśród mężczyzn o początkowo większym dopasowaniu do wzoru „Kanapki i żywność wygodna" zaobserwowano poprawę jakości diety, co wyrażało się obniżeniem wartości wskaźnika nHDI (RD=-25,3%, p<0,001) oraz stwierdzono zmniejszenie poziomu glukozy we krwi na czczo (RD=-6,1% p=0,014).

Wśród mężczyzn o początkowo większym dopasowaniu do wzoru „Żywność typu fast-food i używki" nie zaobserwowano istotnych zmian w sposobie żywienia, w tym zmian we wskaźnikach pHDI i nHDI, natomiast pogorszeniu uległy wskaźniki otyłości, takie jak WC, WHtR oraz wartość skurczowego ciśnienia krwi (odpowiednio RD=4,4%, p=0,003; RD=4,5%, p=0,003 i RD=5,1%, p=0,047), a także odnotowano wzrost odsetka mężczyzn z otyłością centralną (RD=45,8%, p=0,002, nadmiarem trzewnej tkanki tłuszczowej (RD=36,8%, p=0,020), podwyższonym ciśnieniem skurczowym lub rozkurczowego krwi (RD=27,9%, p=0,011) i zmniejszenie odsetka mężczyzn z podwyższonym FBG (RD=−76,5%, p=0,004).

6. Dyskusja

Wśród wyłonionych wzorów jedynie wzór „Żywność typu fast-food i używki" był spójny pod względem łączenia niezdrowych zachowań żywieniowych i stylu życia. Dwa wzory składały się z zachowań mieszanych, np. zdrowa dieta z pewnymi niezdrowymi zachowaniami związanymi ze stylem życia w przeszłości („Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości") lub zdrowy styl życia ze względnie zdrową dietą („Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym"). Wzór „Kanapki i żywność wygodna" charakteryzowały zmienne związane ze sposobem żywienia, ale bez zmiennych związanych ze stylem życia.

Zastosowanie analizy głównych składowych obejmujących wiele zmiennych żywieniowych i stylu życia pozwoliło na scharakteryzowanie unikalnych wzorów zachowań młodych mężczyzn. Zaskakującym odkryciem było, iż w badanej kohorcie, opis wzorów nie pokrywał się z dobrze opisanymi w literaturze i często identyfikowanymi w różnych populacjach wzorami typu „Zachodniego" lub „Tradycyjnego".[40,41] Jedynie zmienne wchodzące w skład wzoru „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" były w pewnym stopniu podobne do kompozycji wzoru określanego jako „Rozważny" (ang. *Prudent*).[42,43] Pomimo pewnych podobieństw, możliwości porównania z poprzednimi wynikami są ograniczone, ponieważ wzory uzyskane w obecnym badaniu uwzględniały elementy stylu życia, których brakowało w poprzednich badaniach.

6.1. Wzory żywienia i stylu życia a występowanie metabolicznych czynników ryzyka chorób dietozależnych

Badania wykazały związek między wzorami żywienia i stylu życia a ryzykiem występowania otyłości oraz zaburzeń metabolicznych u młodych mężczyzn.

Wzór „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym" charakteryzował się częstym spożyciem żywności będącej źródłem białka, smażonej, wysokim poziomem aktywności fizycznej w czasie wolnym oraz spożywaniem większej liczby posiłków w ciągu doby. Mężczyźni o większym dopasowaniu do tego wzoru mieli najbardziej optymalne parametry związane z masą i składem ciała, w porównaniu do mężczyzn z innych wzorów. Pomimo, iż wskaźnik BMI wskazywał na częste występowanie nadwagi tej grupie, to badania obwodu pasa oraz analiza składu ciała, wykazały, iż większa masa ciała była związana z dwukrotnie większą masą mięśni szkieletowych, zaś nie wynikała z nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej lub otyłości centralnej mierzonej wskaźnikiem WC. Zmienne będące składowymi tego wzoru sugerują, że mężczyźni z tej grupy razem z rekreacyjną aktywnością fizyczną stosowali dietę bogatą w białko, przypuszczalnie w celu stymulowania syntezy tkanki mięśniowej. Większe dopasowanie do tego wzoru wiązało się również z dwukrotnie mniejszą szansą występowania podwyższonego poziomu cholesterolu całkowitego, co sugeruje potencjalnie prozdrowotny wpływ tego wzoru na profil lipidowy krwi. Co ciekawe, wzór ten nie był pozbawiony komponentów o potencjalnie szkodliwym wpływie na zdrowie, takich jak częste spożycie potraw smażonych, co pozwoliło na identyfikację zachowań wymagających szczególnej uwagi. Na przykład, formułując zalecenia dla tej grupy warto byłoby zaproponować alternatywne metody obróbki termicznej mięsa lub częściowe zastępowanie go białkiem pochodzenia

roślinnego, np. z nasion roślin strączkowych. Ponadto propozycja spożycia większej ilości warzyw i owoców mogłaby przyczynić się do zmniejszenia stresu oksydacyjnego, który jest związany z intensywnymi treningami.[44] Niemniej, obserwacje dotyczące tego wzoru pozwalają postawić hipotezę, że rekreacyjna aktywność fizyczna może łagodzić skutki niektórych zachowań żywieniowych, które nie są pełni zgodne z rekomendacjami.

Powyższe wnioski znajdują potwierdzenie w wynikach analizy współzależności pomiędzy wzorem „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" a ryzykiem występowania otyłości i zaburzeń metabolicznych. Komponenty tego wzoru były najbardziej zgodne z rekomendacjami żywieniowymi i współistniały z większym poziomem aktywności fizycznej w pracy i czasie wolnym. Mężczyźni o większym dopasowaniu do tego wzoru palili w przeszłości tytoń, co sugeruje, że w pewnym momencie ich życia nastąpiła zmiana zachowania, kierująca ich w stronę zdrowszego trybu życia. We wzorze tym zaobserwowano korzystny dla zdrowia efekt aktywności fizycznej połączonej ze zdrową dietą, co znalazło odzwierciedlenie w dwu- do trzykrotnie mniejszej szansie wystąpienia otyłości centralnej (mierzonej za pomocą obwodu pasa), nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej i podwyższonego poziomu glukozy we krwi. W tym wzorze, podobnie do wzoru „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność fizyczna w czasie wolnym", stwierdzono większą szansę wystąpienia nadwagi mierzonej BMI, co dokumentuje ograniczenia tego wskaźnika i potwierdza wcześniejsze dowody, że posługiwanie się wyłącznie BMI nie jest wystarczające do identyfikacji ryzyka związanego z otyłością.[45]

Dwa wzory, które wiązały się z negatywnymi skutkami zdrowotnymi, to: „Kanapki i żywność wygodna" oraz „Żywność typu fast-food i używki". Mężczyźni o większym dopasowaniu do wzoru „Kanapki i żywność wygodna" mieli około 3-krotnie większą szansę wystąpienia otyłości centralnej, nadmiernej ilości tkanki tłuszczowej i nadmiernej ilości tłuszczu trzewnego oraz dwukrotnie mniejszą szansę posiadania większej masy mięśni szkieletowych. Co ciekawe, większe dopasowanie mężczyzn do tego wzoru nie znalazło odzwierciedlenia w występowaniu otyłości mierzonej BMI. U tych mężczyzn większa ilość tkanki tłuszczowej, gromadzonej głównie w okolicach jamy brzusznej, była maskowana mniejszą ilością tkanką mięśniowej (w literaturze ten fenotyp jest często określany jako TOFI, ang. *Thin-on-the-Outside Fat-on-the-Inside*).[46] Obserwacja ta sugeruje, że ocena występowania otyłości oparta wyłącznie na interpretacji BMI może utrudniać wykrywanie realnego ryzyka chorób dietozależnych i wykluczyć pacjenta z dodatkowych badań przesiewowych, co jest szczególnie niepokojące, ponieważ BMI jest najczęściej stosowany w praktyce klinicznej.[45]

Zgodnie z oczekiwaniami, mężczyźni o większym dopasowaniu do wzoru „Kanapki i żywność wygodna" charakteryzowali się najmniej korzystnym profilem metabolicznym – mieli oni dwu- do trzykrotnie większą szansę podwyższonego stężenia cholesterolu całkowitego i trójglicerydów we krwi. Był to jedyny wzór nie zawierający w swojej strukturze elementów stylu życia, co sugerowało, że ta grupa mogła być niewystarczająco jednorodna, aby zidentyfikować korelacje między stylem życia a zachowaniami żywieniowymi. Jednak biorąc pod uwagę rozkłady cech opisujące aktywność fizyczną, można wnioskować, że mężczyźni z tej grupy prowadzili siedzący tryb życia w pracy i domu. Uzupełnieniem takiego stylu życia było spożywanie żywności

wygodnej, na którą składały się głównie pieczywo, masło, sery, wędliny i słodycze, co świadczy o małej różnorodności diety i pojadaniu między posiłkami.

Wzór o najbardziej niepożądanej kompozycji zachowań żywieniowych i stylu życia został nazwany „Żywność typu fast food i używki". Współzależność między tym wzorem a zdrowiem dotyczyła występowania zaburzeń metabolicznych, ale nie wykazano związku tego wzoru z występowaniem otyłości. Mężczyźni o większym stopniu dopasowania do tego wzoru mieli trzy do pięciu razy większą szansę występowania otyłości, podwyższonej ilości tkanki tłuszczowej i nadmiernej ilości trzewnej tkanki tłuszczowej oraz dwukrotnie mniejszą szansę zwiększonej masy mięśni szkieletowych. Wspólne występowanie niezdrowych zachowań u ludzi nie jest nowym odkryciem, chociaż dzięki niniejszym badaniom zyskuje nową, pogłębioną dokumentację. Wcześniejsze badania wykazały, że szczególnie u mężczyzn, niezdrowa dieta łączy się z używaniem substancji psychoaktywnych, co może mieć podłoże psychologiczne, społeczne lub biologiczne.[47] Brak przewidywanych negatywnych konsekwencji dla zdrowia metabolicznego mężczyzn o wysokim dopasowaniu do tego wzoru jest jednak zaskakujący. Być może młody wiek mężczyzn odegrał funkcję protekcyjną i skutki tych niezdrowych zachowań nie zostały jeszcze zarejestrowane.

6.2.Zmiany w czasie

Po dwóch latach od zidentyfikowania wzorów żywienia i stylu życia zaobserwowano zmiany w jakości diety w trzech na cztery wzory, a we wszystkich wzorach – zmiany w występowaniu zaburzeń metabolicznych. Ponieważ nie zaobserwowano jednoczesnych zmian w statusie rodzinnym, społeczno-ekonomicznym i demograficznym oraz czynnikach związanych ze stylem życia (palenie tytoniu, aktywność fizyczna, czas spędzany przed ekranem) można sądzić, że zmiany we wskaźnikach zdrowotnych były spowodowane w głównej mierze zmianami w jakości diety.

Poprawę jakości diety (spadek nHDI) zaobserwowano jedynie u mężczyzn o większym dopasowaniu do wzoru „Kanapki i żywność wygodna", co jednocześnie wiązało się z poprawą stężenia glukozy we krwi na czczo. Obserwacja ta sugeruje, że nawet niewielkie zmiany w jakości diety, charakteryzujące się zmniejszeniem częstotliwości spożywania zestawów żywności, których spożycie należy ograniczać, w stosunkowo krótkim czasie (już po dwóch latach) mogą pomóc w regulacji homeostazy glukozy. Ponadto, u mężczyzn z większym dopasowaniem do tego wzoru nie zaobserwowano pogorszenia wskaźników otyłości ani wzrostu występowania innych zaburzeń metabolicznych, co oznacza, że w ciągu dwóch lat osiągnęli stabilną masę i skład ciała. Wyniki te są bardzo obiecujące i mają praktyczne znaczenie, ponieważ jedną z podstawowych strategii leczenia cukrzycy u osób otyłych jest redukcja ich masy ciała (>10% początkowej masy ciała).[48] Co więcej, w badanej grupie zaobserwowano poprawę kontroli glikemii bez zmian masy ciała, co sugeruje, że skład diety sam w sobie może przejawiać działanie protekcyjne. Potwierdzają to wcześniejsze wyniki badań własnych (projekt MAGNETIC), w których wykazano, że skład diety jest niezależnym czynnikiem wpływającym na metaboliczne czynniki ryzyka u młodych dorosłych.[49]

Pogorszenie jakości diety (obniżenie pHDI) zaobserwowano u mężczyzn o większym dopasowaniu do wzorów: „Żywność o dużej zawartości białka i smażona oraz aktywność

fizyczna w czasie wolnym" oraz „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości". W pierwszym wzorze pogorszenie jakości diety spowodowało wzrost liczby mężczyzn z nadmierną ilością trzewnej tkanki tłuszczowej, jednak nie znalazło to odzwierciedlenia podczas porównania wartości średnich wskaźników otyłości (przed vs. po). Ponownie, być może to rekreacyjna aktywność fizyczna zmniejszyła wpływ negatywnych zmian w jakości diety na zdrowie. Należy zauważyć, że wraz z obniżeniem wartości pHDI, wskaźnik nHDI nie uległ zmianie, co można interpretować jako nieznaczne zmniejszenie częstości spożywania zdrowej żywności (zaliczanej do wskaźnika pHDI), ale też brak zwiększenia częstotliwości spożycia żywności, której spożycie należy ograniczać (mierzonej wskaźnikiem nHDI).

We wzorze „Zdrowa dieta, aktywność fizyczna w pracy i palenie w przeszłości" pogorszenie jakości diety (obniżenie pHDI) było związane z pogorszeniem kilku wskaźników otyłości centralnej. Jednocześnie, mężczyźni o większym dopasowaniu do tego wzoru charakteryzowali się większą aktywnością fizyczną w pracy, co może sugerować, że wpływ aktywności fizycznej na wskaźniki zdrowia zależy od rodzaju aktywności fizycznej. Jest to interesujące odkrycie, które wspiera wcześniejsze doniesienia. Wyniki metaanalizy wykazały, że wysoki poziom zawodowej aktywności fizycznej może mieć szkodliwy wpływ na zdrowie mężczyzn, nawet po uwzględnieniu czynników zakłócających.[50] Autorzy stwierdzili, że wysoki poziom zawodowej aktywności fizycznej zwiększał ryzyko przedwczesnej śmierci u mężczyzn o 18% w porównaniu z mężczyznami o niższym poziomie aktywności fizycznej w pracy.[50]

Jakość diety mężczyzn o większym dopasowaniu do wzoru „Żywność typu fast-food i używki" nie uległa istotnym zmianom, oznaczając kontynuację niezdrowych zachowań żywieniowych i stylu życia. Po 2 latach zaobserwowano pogorszenie wskaźników otyłości i wzrost skurczowego ciśnienia tętniczego. Biorąc pod uwagę komponenty tego wzoru, obejmujące napoje energetyczne, alkohol, żywność typu fast food (z wysoką zawartością sodu), a także palenie tytoniu, zależności te były przewidywane. Wszystkie komponenty tego wzoru można uznać za stymulanty o udokumentowanym działaniu podwyższającym ciśnienie tętnicze krwi.[51-54] Niepokojące jest to, że dopasowanie do tego wzoru było większe u młodszych mężczyzn (18–30 lat) i mimo ich młodego wieku niekorzystne skutki zarejestrowano już po dwóch latach. Można przewidywać, że jeśli sposób żywienia i styl życia tych mężczyzn się nie zmieni, to zapoczątkowane procesy prozapalne spowodują dalsze pogorszenie zdrowia metabolicznego wraz z wiekiem.

6.3.Mocne i słabe strony badań

Główną zaletą badania jest kompleksowe podejście do zachowań związanych ze stylem życia i ich związków ze zdrowiem metabolicznym w populacji dorosłych mężczyzn poniżej 40 roku życia. W ocenie występowania otyłości wykorzystano wiele wskaźników (w tym ocenę składu ciała techniką impedancji bioelektrycznej), potwierdzając tym samym, że wyłączne wykorzystanie BMI może nie wykryć wczesnego ryzyka zagrożeń zdrowia.

Jednym ze słabszych aspektów badań był dogodny wybór próby. Wyniki badań miałyby lepszą trafność zewnętrzną, gdyby zrekrutowano reprezentatywną próbę mężczyzn. Obecnie nie można mieć pewności, czy zrekrutowana próba reprezentuje

populację generalną polskich mężczyzn w wieku 19-40 lat, ponieważ nie ma możliwości przeprowadzenia porównawczej analizy statystycznej dla zmiennych demograficznych i społeczno-ekonomicznych ze względu na brak danych krajowych dla tej konkretnej podgrupy. To samo dotyczy występowania otyłości i zaburzeń metabolicznych.

Pomimo umiarkowanej liczby badanych (n > 350) liczebność próby spełniała kryteria przeprowadzenia wielowymiarowej analizy statystycznej wymagającej „dużych zbiorów danych", tj. dla analizy głównych składowych spełniono warunek aby iloraz liczby uczestników do liczby zmiennych wynosił co najmniej 10:1; w naszym badaniu iloraz wynosi 11,5:1.[55] Wielkość próby była również wystarczająca do przeprowadzenia analizy regresji, w tym zasady „jeden na dziesięć", dla wszystkich zmiennych niezależnych.

Nieco ponad 25% mężczyzn z próby wyjściowej powróciła na badania po dwóch latach. Przeprowadzono kilka analiz porównawczych: (i) całkowita próba vs. próba podgrupa na początku badania; (ii) podgrupa na początku badania vs. podgrupa po dwóch latach; oraz (iii) podgrupa na początku badania vs. mężczyźni, którzy zrezygnowali z II etapu badań. Ta ostatnia analiza była kluczowa dla zidentyfikowania różnic między mężczyznami, którzy brali udział w obu etapach badań, a tymi, którzy nie wzięli w udziału w II etapie. Jako że nie wykryto różnic między grupami pod względem zachowań związanych ze stylem życia (z wyjątkiem czasu spędzanego przed ekranem) i występowania wskaźników otyłości, to wnioski z II etapu badań mogą być uogólnione dla całej kohorty z I etapu.

6.4.Praktyczne zastosowanie wyników badań

Przedstawione wyniki badań mają implikacje praktyczne. Analiza głównych składowych ujawniła wieloskładnikową matrycę wzajemnie powiązanych zachowań żywieniowych i stylu życia, co nie zawsze jest oczywiste przy zastosowaniu tradycyjnego podejścia w ocenie zagrożeń zdrowia. Nie można wykluczyć, że przy tradycyjnym podejściu obejmującym wyłącznie zmienne żywieniowe lub wyłącznie zmienne stylu życia, formułowane zalecenia dotyczące zdrowego trybu życia mogą pomijać potrzeby i specyfikę niektórych grup mężczyzn. Lepsze zrozumienie przedstawionych matryc zachowań żywieniowych i stylu życia w populacji będącej w kręgu zainteresowania może zaowocować opracowaniem skuteczniejszych interwencji, poprzez wskazywanie konkretnych zachowań wymagających zmiany, a nie całego stylu życia.

Chociaż wyniki badania dostarczają nowej wiedzy cennej dla wielu specjalistów ochrony zdrowia (dietetyków, klinicystów, specjalistów zdrowia publicznego), to jednak nie mają one bezpośredniego zastosowania w praktyce klinicznej skupionej na zdrowiu jednostki. Zastosowanie wyników jest bardziej odpowiednie do kreowania celów profilaktyki i edukacji zdrowotnej, pokazując, że dokładne odwzorowanie zachowań żywieniowych i stylu życia może służyć jako narzędzie do formułowania rekomendacji opartych na dowodach naukowych. Głównym celem niniejszej analizy było określenie, która kombinacja zachowań żywieniowych i stylu życia wiąże się z największym ryzykiem wystąpienia otyłości i zaburzeń metabolicznych. Posiadanie tej wiedzy pozwala przewidzieć, że np. mężczyźni <40 lat, którzy palą papierosy, jednocześnie często piją napoje energetyzujące i spożywają żywność typu fast-food, a zbiór tych zachowań jest

związany z większym ryzykiem problemów zdrowotnych. W tym konkretnym przypadku, zamiast formułowania ogólnych zaleceń żywieniowych (np. „zwiększ spożycie owoców i warzyw"), być może ważniejsze jest sformułowanie przekazu skupiającego się na ograniczeniu użycia środków pobudzających, a dopiero potem odnoszącego się do poprawy jakości diety. Jednak wiedza na temat skuteczności komunikatów skierowanych do tej grupy, musiałaby zostać oceniona w osobnym badaniu. Opisywane badania dostarczają charakterystyki badanej kohorty i określają teoretyczne ramy potencjalnych interwencji.

6.5.Kierunek przyszłych badań

W przyszłości interesujące byłoby porównanie charakterystyki wzorów żywienia i stylu życia innych populacji, np. kobiet lub mężczyzn po 40 r.ż. oraz określenie związku między tymi wzorami a występowaniem otyłości i zaburzeń metabolicznych, a także zaplanowanie badań interwencyjnych mających na celu korektę niezdrowych zachowań żywieniowych w badanej grupie.

Po drugie, warto byłoby rozszerzyć badania włączając w nie bardziej szczegółowe markery zdrowia metabolicznego, takie jak: szeroki profil lipidowy krwi; hemoglobina glikowana i insulina; markery stanu zapalnego (np. interleukina-6, białko C-reaktywne, TNF-α) czy hormony (GLP-1, inkretyny, adipokiny), aby uzyskać bardziej szczegółowy obraz kliniczny zaburzeń związanych z żywieniem i stylem życia. Rozszerzenie zakresu badań laboratoryjnych byłoby również wstępem do lepszego zrozumienia mechanizmów patofizjologicznych o podłożu żywieniowym.

Po trzecie, ciekawym kierunkiem badań byłaby analiza związku pomiędzy wzorami żywienia i stylu życia a stężeniem tleneku trimetyloaminy (TMAO) – nazywanym „cichym zabójcą męskich serc".[56,57] TMAO jest markerem dysbiozy jelitowej związanej z rozwojem miażdżycy i ryzykiem sercowo-naczyniowym, uzależnionym głównie od sposobu żywienia i metabolizmu mikroflory jelitowej.[58-60] Wyższy poziom TMAO obserwowany jest u osób o większym dopasowaniu do wzorów charakteryzujących się częstszym spożyciem żywności pochodzenia zwierzęcego.[57] Jest to stosunkowo nowy, aczkolwiek fascynujący kierunek badań łączący sposób żywienia ze zdrowiem kardiometabolicznym i mikrobiomem człowieka, który dopiero zaczyna być odkrywany.

7. Podsumowanie i wnioski

W badanej kohorcie mężczyzn zależności między dietą i stylem życia znalazły odzwierciedlenie w trzech spośród czterech wzorów, które zidentyfikowano. Żadnego ze wzorów żywienia i stylu życia nie można uznać za jednoznacznie korzystny dla zdrowia.

Wzory żywienia i stylu życia obejmujące prozdrowotne zachowania żywieniowe w połączeniu z aktywnym trybem życia wiązały się z mniejszym ryzykiem wystąpienia zaburzeń metabolicznych, pomimo obecności pewnych niezdrowych zachowań, takich jak palenie tytoniu w przeszłości czy spożywanie smażonych potraw. Niezdrowe wzory żywienia i stylu życia, w których złej diecie towarzyszyło stosowanie środków pobudzających, wiązały się z gorszym zdrowiem metabolicznym, pomimo stosunkowo młodego wieku mężczyzn.

W perspektywie dwuletniej poprawa sposobu żywienia wiązała się z poprawą kontroli glikemii, pomimo braku zmian w masie ciała, natomiast pogorszenie jakości diety lub utrzymywanie się niezdrowych zachowań żywieniowych wiązało się z pogorszeniem wskaźników metabolicznych. Kluczowym wnioskiem wypływającym z niniejszych badań jest to, że nawet małe zmiany w codziennej diecie wdrożone we względnie krótkim okresie czasu (2 lat) mogą wpływać na poprawę zdrowia metabolicznego młodych mężczyzn.

8. Piśmiennictwo

1. Olson, J. S., Hummer, R. A., & Harris, K. M. (2017). Gender and Health Behavior Clustering among U.S. Young Adults. Biodemography and social biology, 63(1), 3–20. https://doi.org/10.1080/19485565.2016.1262238
2. Lawrence, E. M., Mollborn, S., & Hummer, R. A. (2017). Health lifestyles across the transition to adulthood: Implications for health. Social science & medicine (1982), 193, 23–32. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.09.041
3. Nutrition Evidence Library. A Series of Systematic Reviews on the Relationship between Dietary Patterns and Health Outcomes; U.S. Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion: Alexandria, VA, USA, 2014.
4. Levinson, D. J. (1986). A conception of adult development. American Psychologist, 41(1), 3–13. https://doi.org/10.1037/0003-066X.41.1.3
5. Lopez-Jimenez, F., Almahmeed, W., Bays, H., Cuevas, A., Di Angelantonio, E., le Roux, C. W., Sattar, N., Sun, M. C., Wittert, G., Pinto, F. J., & Wilding, J. P. H. (2022). Obesity and cardiovascular disease: mechanistic insights and management strategies. A joint position paper by the World Heart Federation and World Obesity Federation. European journal of preventive cardiology, 29(17), 2218–2237. https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwac187
6. Leggio, M., Lombardi, M., Caldarone, E., Severi, P., D'Emidio, S., Armeni, M., Bravi, V., Bendini, M. G., & Mazza, A. (2017). The relationship between obesity and hypertension: an updated comprehensive overview on vicious twins. Hypertension research : official journal of the Japanese Society of Hypertension, 40(12), 947–963. https://doi.org/10.1038/hr.2017.75
7. Kim, D. S., & Scherer, P. E. (2021). Obesity, Diabetes, and Increased Cancer Progression. Diabetes & metabolism journal, 45(6), 799–812. https://doi.org/10.4093/dmj.2021.0077
8. Główny Urząd Statystyczny (2021) Umieralność w 2021 roku. Zgony według przyczyn - dane wstępne. Dostępne na: https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/statystyka-przyczyn-zgonow/umieralnosc-i-zgony-wedlug-przyczyn-w-2020-roku,10,1.html (29 Maj 2023)
9. Główny Urząd Statystyczny (2021) Stan zdrowia ludności Polski w 2019 r. Dostępne na: https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/stan-zdrowia-ludnosci-polski-w-2019-r-,6,7.html (29 Maj 2023)
10. Zachorowalność i umieralność na choroby układu krążenia a sytuacja demograficzna Polski, pod red. Strzelecki Z, Szymborski J, Warszawa, Rządowa Rada Ludnościowa. 2015; ISBN:978-83-7027-595-2.
11. Zdrojewski, T. (2011). Częstość występowania i świadomość nadciśnienia tętniczego w Polsce i na świecie. Postępy Nauk Medycznych. 4:4-10.
12. GBD 2015 Risk Factors Collaborators (2016). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. Lancet (London, England), 388(10053), 1659–1724. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31679-8
13. Noble, N., Paul, C., Turon, H., & Oldmeadow, C. (2015). Which modifiable health risk behaviours are related? A systematic review of the clustering of Smoking, Nutrition, Alcohol and Physical activity ('SNAP') health risk factors. Preventive medicine, 81, 16–41. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.07.003
14. Khaw, K. T., Wareham, N., Bingham, S., Welch, A., Luben, R., & Day, N. (2008). Combined impact of health behaviours and mortality in men and women: the EPIC-Norfolk prospective population study. PLoS medicine, 5(1), e12. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050012
15. Ha, S., Choi, H. R., & Lee, Y. H. (2017). Clustering of four major lifestyle risk factors among Korean adults with metabolic syndrome. PloS one, 12(3), e0174567. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174567
16. Northstone, K., & Emmett, P. M. (2010). Dietary patterns of men in ALSPAC: associations with socio-demographic and lifestyle characteristics, nutrient intake and comparison with women's dietary patterns. European journal of clinical nutrition, 64(9), 978–986. https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.102

17. Greene, G. W., Schembre, S. M., White, A. A., Hoerr, S. L., Lohse, B., Shoff, S., Horacek, T., Riebe, D., Patterson, J., Phillips, B. W., Kattelmann, K. K., & Blissmer, B. (2011). Identifying clusters of college students at elevated health risk based on eating and exercise behaviors and psychosocial determinants of body weight. Journal of the American Dietetic Association, 111(3), 394–400. https://doi.org/10.1016/j.jada.2010.11.011

18. Laska, M. N., Pasch, K. E., Lust, K., Story, M., & Ehlinger, E. (2009). Latent class analysis of lifestyle characteristics and health risk behaviors among college youth. Prevention science : the official journal of the Society for Prevention Research, 10(4), 376–386. https://doi.org/10.1007/s11121-009-0140-2

19. Despres, J. P. (2006). Abdominal obesity: the most prevalent cause of the metabolic syndrome and related cardiometaboli risk. European Heart Journal Supplements. 8(Suppl.B):B4-B12. https://doi.org/10.1093/eurheartj/sul002

20. Bottorff, J. L., Seaton, C. L., Johnson, S. T., Caperchione, C. M., Oliffe, J. L., More, K., Jaffer-Hirji, H., & Tillotson, S. M. (2015). An Updated Review of Interventions that Include Promotion of Physical Activity for Adult Men. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 45(6), 775–800. https://doi.org/10.1007/s40279-014-0286-3

21. Mikkilä, V., Räsänen, L., Raitakari, O. T., Pietinen, P., & Viikari, J. (2005). Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: the cardiovascular risk in Young Finns Study. The British journal of nutrition, 93(6), 923–931. https://doi.org/10.1079/bjn20051418

22. World Health Organisation. Interventions on diet and physical activity: what works. Geneva: WHO; 2009.

23. World Health Organization. Action Plan for the Global Strategy for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. Geneva: WHO; 2008.

24. Berrigan, D., Dodd, K., Troiano, R. P., Krebs-Smith, S. M., & Barbash, R. B. (2003). Patterns of health behavior in U.S. adults. Preventive medicine, 36(5), 615–623. https://doi.org/10.1016/s0091-7435(02)00067-1

25. Schneider, S., Huy, C., Schuessler, M., Diehl, K., & Schwarz, S. (2009). Optimising lifestyle interventions: identification of health behaviour patterns by cluster analysis in a German 50+ survey. European journal of public health, 19(3), 271–277. https://doi.org/10.1093/eurpub/ckn144

26. Katsagoni, C. N., Papatheodoridis, G. V., Papageorgiou, M. V., Ioannidou, P., Deutsch, M., Alexopoulou, A., Papadopoulos, N., Fragopoulou, E., & Kontogianni, M. D. (2017). A "healthy diet-optimal sleep" lifestyle pattern is inversely associated with liver stiffness and insulin resistance in patients with nonalcoholic fatty liver disease. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 42(3), 250–256. https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0492

27. Verger, P., Lions, C., & Ventelou, B. (2009). Is depression associated with health risk-related behaviour clusters in adults?. European journal of public health, 19(6), 618–624. https://doi.org/10.1093/eurpub/ckp057

28. Conry, M. C., Morgan, K., Curry, P., McGee, H., Harrington, J., Ward, M., & Shelley, E. (2011). The clustering of health behaviours in Ireland and their relationship with mental health, self-rated health and quality of life. BMC public health, 11, 692. https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-692

29. Jeżewska-Zychowicz M., Gawęcki J., Wądołowska L., Czarnocińska J., Galiński G., Kołłajtis-Dołowy A., Roszkowski W., Wawrzyniak A., Przybyłowicz K., Stasiewicz B., Hawrysz I., Słowińska M.A., Niedźwiedzka E. KomPAN® Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych dla osób w wieku od 16 do 65 lat, wersja 1.1 – kwestionariusz administrowany przez ankietera-badacza. Rozdz. 1. (w:) KomPAN® Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych oraz procedura opracowania danych. Red. Gawęcki J. Wyd. Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 2020, 4-21. Dostępny na stronie: http://www.knozc.pan.pl/

30. Kowalkowska, J., Wadolowska, L., Czarnocinska, J., Galinski, G., Dlugosz, A., Loboda, D., & Czlapka-Matyasik, M. (2020). Data-Driven Dietary Patterns and Diet Quality Scores: Reproducibility and Consistency in Sex and Age Subgroups of Poles Aged 15-65 Years. Nutrients, 12(12), 3598. https://doi.org/10.3390/nu12123598

31. ISAK. International Standards for Anthropometric Assessment; International Society for the Advancement of Kinanthropometry: Potchefstroom, South Africa, 2001; Dostępne na: http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf (29 Maj 2023)

32. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. (2000). World Health Organization technical report series, 894, i–253.

33. Nishida, C., Ko, G. T., & Kumanyika, S. (2010). Body fat distribution and noncommunicable diseases in populations: overview of the 2008 WHO Expert Consultation on Waist Circumference and Waist-Hip Ratio. European journal of clinical nutrition, 64(1), 2–5. https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.139

34. Gallagher, D., Heymsfield, S. B., Heo, M., Jebb, S. A., Murgatroyd, P. R., & Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. The American journal of clinical nutrition, 72(3), 694–701. https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694

35. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Hypertension in Adults: Diagnosis and managment.Clinical guideline NG136. Dostępne na: https://www.nice.org.uk/guidance/ng136 (29 Maj 2023)

36. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) (2002). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. Circulation, 106(25), 3143–3421.

37. Alberti, K. G., Zimmet, P., & Shaw, J. (2006). Metabolic syndrome--a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association, 23(5), 469–480. https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2006.01858.x

38. Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., Rosei, E. A., Azizi, M., Burnier, M., Clement, D. L., Coca, A., de Simone, G., Dominiczak, A., Kahan, T., Mahfoud, F., Redon, J., Ruilope, L., Zanchetti, A., Kerins, M., Kjeldsen, S. E., Kreutz, R., Laurent, S., Lip, G. Y. H., … Desormais, I. (2019). 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension [2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension]. Kardiologia polska, 77(2), 71–159. https://doi.org/10.5603/KP.2019.0018

39. Field, A. Discovering Statistics Using SPSS, 3rd ed.; Sage Publications: London, UK, 2009.

40. Czekajło, A., Różańska, D., Zatońska, K., Szuba, A., & Regulska-Ilow, B. (2019). Association between dietary patterns and metabolic syndrome in the selected population of Polish adults-results of the PURE Poland Study. European journal of public health, 29(2), 335–340. https://doi.org/10.1093/eurpub/cky207

41. Osadnik, T., Pawlas, N., Lonnie, M., Osadnik, K., Lejawa, M., Wądołowska, L., Bujak, K., Fronczek, M., Reguła, R., Gawlita, M., Strzelczyk, J. K., Góral, M., Gierlotka, M., Poloński, L., & Gąsior, M. (2018). Family History of Premature Coronary Artery Disease (P-CAD)-A Non-Modifiable Risk Factor? Dietary Patterns of Young Healthy Offspring of P-CAD Patients: A Case-Control Study (MAGNETIC Project). Nutrients, 10(10), 1488. https://doi.org/10.3390/nu10101488

42. Hu, F. B., Rimm, E. B., Stampfer, M. J., Ascherio, A., Spiegelman, D., & Willett, W. C. (2000). Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. The American journal of clinical nutrition, 72(4), 912–921. https://doi.org/10.1093/ajcn/72.4.912

43. Rodríguez-Monforte, M., Flores-Mateo, G., & Sánchez, E. (2015). Dietary patterns and CVD: a systematic review and meta-analysis of observational studies. The British journal of nutrition, 114(9), 1341–1359. https://doi.org/10.1017/S0007114515003177

44. Yavari, A., Javadi, M., Mirmiran, P., & Bahadoran, Z. (2015). Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants. Asian journal of sports medicine, 6(1), e24898. https://doi.org/10.5812/asjsm.24898

45. Ortega, F. B., Sui, X., Lavie, C. J., & Blair, S. N. (2016). Body Mass Index, the Most Widely Used But Also Widely Criticized Index: Would a Criterion Standard Measure of Total Body Fat Be a Better Predictor of Cardiovascular Disease Mortality?. Mayo Clinic proceedings, 91(4), 443–455. https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.01.008

46. Thomas, E. L., Frost, G., Taylor-Robinson, S. D., & Bell, J. D. (2012). Excess body fat in obese and normal-weight subjects. Nutrition research reviews, 25(1), 150–161. https://doi.org/10.1017/S0954422412000054

47. Patterson, M. L. (1994). Interaction behavior and person perception: An integrative approach. Small Group Research, 25(2), 172–188. https://doi.org/10.1177/1046496494252002

48. Noronha, J. C., Thom, G., & Lean, M. E. J. (2022). Total Diet Replacement Within an Integrated Intensive Lifestyle Intervention for Remission of Type 2 Diabetes: Lessons From DiRECT. Frontiers in endocrinology, 13, 888557. https://doi.org/10.3389/fendo.2022.888557

49. Osadnik, K., Osadnik, T., Lonnie, M., Lejawa, M., Reguła, R., Fronczek, M., Gawlita, M., Wądołowska, L., Gąsior, M., & Pawlas, N. (2020). Metabolically healthy obese and metabolic syndrome of the lean: the importance of diet quality. Analysis of MAGNETIC cohort. Nutrition journal, 19(1), 19. https://doi.org/10.1186/s12937-020-00532-0

50. Coenen, P., Huysmans, M. A., Holtermann, A., Krause, N., van Mechelen, W., Straker, L. M., & van der Beek, A. J. (2018). Do highly physically active workers die early? A systematic review with meta-analysis of data from 193 696 participants. British journal of sports medicine, 52(20), 1320–1326. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098540

51. Halperin, R. O., Gaziano, J. M., & Sesso, H. D. (2008). Smoking and the risk of incident hypertension in middle-aged and older men. American journal of hypertension, 21(2), 148–152. https://doi.org/10.1038/ajh.2007.36

52. Shah, S. A., Szeto, A. H., Farewell, R., Shek, A., Fan, D., Quach, K. N., Bhattacharyya, M., Elmiari, J., Chan, W., O'Dell, K., Nguyen, N., McGaughey, T. J., Nasir, J. M., & Kaul, S. (2019). Impact of High Volume Energy Drink Consumption on Electrocardiographic and Blood Pressure Parameters: A Randomized Trial. Journal of the American Heart Association, 8(11), e011318. https://doi.org/10.1161/JAHA.118.011318

53. Roerecke, M., Kaczorowski, J., Tobe, S. W., Gmel, G., Hasan, O. S. M., & Rehm, J. (2017). The effect of a reduction in alcohol consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. The Lancet. Public health, 2(2), e108–e120. https://doi.org/10.1016/S2468-2667(17)30003-8

54. Huang, L., Trieu, K., Yoshimura, S., Neal, B., Woodward, M., Campbell, N. R. C., Li, Q., Lackland, D. T., Leung, A. A., Anderson, C. A. M., MacGregor, G. A., & He, F. J. (2020). Effect of dose and duration of reduction in dietary sodium on blood pressure levels: systematic review and meta-analysis of randomised trials. BMJ (Clinical research ed.), 368, m315. https://doi.org/10.1136/bmj.m315

55. Hatcher, L. A Step-By-Step Approach to Using the SAS® System for Factor Analysis and Structural Equation Modeling; SAS Institutte, Inc.: Cary, NC, USA, 1994.

56. Abbasi J. (2019). TMAO and Heart Disease: The New Red Meat Risk?. JAMA, 321(22), 2149–2151. https://doi.org/10.1001/jama.2019.3910

57. Barrea, L., Annunziata, G., Muscogiuri, G., Laudisio, D., Di Somma, C., Maisto, M., Tenore, G. C., Colao, A., & Savastano, S. (2019). Trimethylamine N-oxide, Mediterranean diet, and nutrition in healthy, normal-weight adults: also a matter of sex?. Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 62, 7–17. https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.11.015

58. Wang, Z., Klipfell, E., Bennett, B. J., Koeth, R., Levison, B. S., Dugar, B., Feldstein, A. E., Britt, E. B., Fu, X., Chung, Y. M., Wu, Y., Schauer, P., Smith, J. D., Allayee, H., Tang, W. H., DiDonato, J. A., Lusis, A. J., & Hazen, S. L. (2011). Gut flora metabolism of phosphatidylcholine promotes cardiovascular disease. Nature, 472(7341), 57–63. https://doi.org/10.1038/nature09922

59. Tang, W. H., Wang, Z., Levison, B. S., Koeth, R. A., Britt, E. B., Fu, X., Wu, Y., & Hazen, S. L. (2013). Intestinal microbial metabolism of phosphatidylcholine and cardiovascular risk. The New England journal of medicine, 368(17), 1575–1584. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1109400

60. Koeth, R. A., Wang, Z., Levison, B. S., Buffa, J. A., Org, E., Sheehy, B. T., Britt, E. B., Fu, X., Wu, Y., Li, L., Smith, J. D., DiDonato, J. A., Chen, J., Li, H., Wu, G. D., Lewis, J. D., Warrier, M., Brown, J. M., Krauss, R. M., Tang, W. H., … Hazen, S. L. (2013). Intestinal microbiota metabolism of L-carnitine, a nutrient in red meat, promotes atherosclerosis. Nature medicine, 19(5), 576–585. https://doi.org/10.1038/nm.3145

9. Publikacje naukowe wraz z materiałami uzupełniającymi

Empirically derived dietary-lifestyle patterns and cardiometabolic health in young men: a review

Proceedings of the Nutrition Society (2020), **79**, 324–330
doi:10.1017/S002966512000693X
© The Authors 2020 First published online 27 April 2020

The 13th European Nutrition Conference (FENS 2019) was held at the Convention Centre Dublin, Ireland on 15–18 October 2019

Conference on 'Malnutrition in an obese world: European perspectives' International Early Career Nutrition Research Championship

Empirically derived dietary-lifestyle patterns and cardiometabolic health in young men: a review

Marta Lonnie* and Lidia Wadolowska
Department of Human Nutrition, Faculty of Food Science, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Olsztyn 10-718, Poland

Sex and gender are important factors that impact cardiometabolic traits. Men have lower life expectancy and higher prevalence of fatal chronic conditions at younger age. Lifestyle risk profiles in young men have been rarely studied in the context of cardiometabolic health. This review aimed to summarise the evidence regarding the patterns of dietary-lifestyle behaviours in a population of young men (age <40years) and their associations with cardiometabolic health. Overall, unfavourable clusters of health behaviours are more prominent in men, when compared to women and more prevalent in younger adults, when compared to older age groups. Early signs of cardiometabolic health abnormalities have been reported among men with higher adherence to patterns which consistently shared poor dietary habits as a common denominator, combined with stimulant use, inadequate sleep or insufficient physical activity. In the majority of studies, dietary assessment was limited to the investigation of one or two behaviours, most frequently fruit and vegetable intake. Since young men may engage in a mixture of explicit behaviours, the examination of a singular dietary habit may not represent the overall diet quality. To conclude, the data regarding the synergistic effects of a broad spectrum of dietary and lifestyle behaviours in the context of cardiometabolic health remain scarce in this population. The inclusion of a broader range of dietary and lifestyle variables into the multicomponent pattern analysis might have a greater potential in explaining the association with cardiometabolic health. Defining behavioural clusters can help to develop interventions, tailored to the specific needs of the targeted group.

Cardiometabolic: Behavioural clusters: Diet: Lifestyle: Patterns: Young men

Sex and gender are important factors that have an impact on cardiometabolic traits[1]. Men have a lower life expectancy as well as a higher prevalence of fatal chronic conditions and heart disease at a younger age, with premature mortality due to non-communicable diseases in men being identified as one of the leading public health challenges[2–4]. Health inequalities between men and women can be explained by sex-related biological differences, genetic predisposition and lifestyle factors[1]. Lifestyle risk profiles in young men, as modifiable factors, have been rarely studied in the context of cardiometabolic health. This is of particular concern since behaviours acquired in young adulthood may trigger pathophysiological processes with immediate or delayed health consequences[5,6].

A few particularly concerning health issues that affect more often young men than women include hypertension, heart and circulatory diseases, particularly acute myocardial infarction and sudden cardiac death[7–11]. In the American cohort of young adults (age 18–39 years), men had a substantially higher prevalence of prehypertension compared to young adult women (34 *v.* 13 %), and at the same time significantly lower awareness, treatment and control (68 *v.* 86 %; 44 *v.* 61 % and 34 *v.* 52 %,

*Corresponding author: M. Lonnie, email marta.lonnie@uwm.edu.pl

https://doi.org/10.1017/S002966512000693X Published online by Cambridge University Press

men *v.* women, respectively)[7]. Although the authors speculated that this could be explained by less frequent medical check-ups among men, the sex-related inequalities in the incidence of CVD are not limited to behavioural factors. The intrinsic biological, hormonal and genetic factors are also studied. The vascular ageing (endothelial dysfunction and arterial stiffness) begins earlier in life in men than in women, which eventually evens out in the sixth decade of life[12]. This delay in the onset of CVD in women can be partially explained by the protective effect of higher oestrogen levels prior to the menopause[12]. Moreover, it has been suggested that higher predisposition to coronary artery disease in young men is associated with the paternal lineage of their Y chromosome, which increases the risk in this population segment[13]. Interestingly, the research group found that men who inherited one of the most common Y chromosome types in Europe (haplogroup I) from their male ancestors had a 50 % higher risk of coronary artery disease than do men with other types of the Y chromosome[13]. Further health disparities in this group are observed within Europe. The prevalence of premature mortality is higher in men from eastern European countries, than in the Western countries[14]. In Poland, all-cause mortality is five times higher in men than women under 45 years old[15]. Although a large proportion of these deaths is due to external causes (38 %), the deaths due to CVD in this age group are 3·5 times higher in Polish men than women of the same age[15].

According to the recent epidemiological data, a new epidemic of CVD is forecasted in the young adult population segment as they grow older[16]. The authors analysed the trends in the incidence of CVD in developed countries and observed a decreasing trend in adults >50 years old. In contrast, within the same period of time, this trend in younger adults has either been steady or increasing, depending on the country[16]. Due to the increasing prevalence of unhealthy risk behaviours among young individuals, it can be expected that the future generation of adults >50 years old will enter the sixth decade of life with a worse cardiovascular risk profile than the present population of mature adults.

It is unclear to what extent lifestyle factors can counterbalance the physiological and genetic predisposition to the diseases; however, it can be expected that morbidity and premature mortality could be reduced with appropriate lifestyle changes in this age group. In general, risky health behaviours are more prevalent in men, than women. Olson *et al.*[17] investigated health behaviours in an American cohort aged 24–32 years and discovered that men exceeded women in all investigated outcomes, such as binge drinking, smoking, drug use, avoiding medical check-ups and fast-food consumption. The only exception was physical activity; the higher percentage of men was active in comparison to women[17]. Although it has been well established that men are more likely to engage in unhealthy behaviours than women[18–20], there is a gap in the understanding of which particular dietary behaviours tend to cluster with other lifestyle behaviours. Only a few studies reported clusters of dietary and lifestyle behaviours specific to the population of young men[21], despite strong recommendations to analyse behavioural patterns using age and gender stratification[22]. Defining behavioural clusters in this group could help to develop targeted interventions.

There are many approaches to defining early adulthood. For the purpose of the present paper, we will follow Levinson[23] who suggested that early adulthood begins around age 22 years and ends at 40 years. The prelude to this stage of life is described as an early adult transition, which begins at age 17 years [23]. Both of these early periods of life encompass great levels of stress associated with the changing of societal roles of a young man, e.g. becoming a student, an employee, a husband, a parent[23,24]. It is also time when the cardiovascular system is functioning at maximum capacity and when most of the biological peaks occur, such as muscle strength or bone mass[25–27]. Hence, it is crucial to ensure that during this time, the body will benefit from optimal nutrition and health-promoting lifestyle behaviours, which would enable the build-up of the 'health bank' for the consequent decades of life, as well as support the mental health to alleviate the effects of stress.

This review aimed to summarise the evidence from cross-sectional studies regarding the patterns of dietary-lifestyle behaviours in the young male population and their potential associations with cardiometabolic health. The studies discussed in this review focused on empirically derived patterns, clustering a dietary component with at least one of the following health behaviours: smoking, alcohol use or physical activity.

Approaches to studying behavioural clusters

Health behaviours have been defined as overt behavioural patterns, actions and habits that relate to health maintenance, to health restoration and to health improvement[28]. In the literature, these are usually considered in a broad or narrow context. Behaviours *sensu largo* include a whole spectrum, including diet, physical activity, substance use, sexual activity, environmental hazard avoidance, preventive health and safety practices, e.g. seatbelt use[29]. Health behaviours *sensu stricto* are usually limited to behaviours often abbreviated as SNAP: smoking, nutrition, alcohol and physical activity[30] also known as the big four[3].

Two methodological approaches in studying the clustering of health behaviours can be considered: *a priori* and *a posteriori*. The first approach is hypothesis-driven. Based on the previous knowledge, the predefined dietary and lifestyle risk factors are selected and its cumulative effect on health is investigated. The results of studies which applied this approach were the keystone in public health research, documenting the detrimental effects of the main four modifiable lifestyle behaviours on health[31]. As can be predicted, the cumulative effect of all four behaviours (SNAP) generates the highest health risk[32]. However, it has not been clearly specified which components of these behaviours in particular would create the clusters (patterns) of the highest or lowest risk to health.

https://doi.org/10.1017/S002966512000693X Published online by Cambridge University Press

To answer this research question, the *a posterori* approach needs to be applied. This means that the patterns of behaviours are derived with the use of multidimensional statistical techniques based on the available data, rather than the researcher's hypothesis[33,34]. Most commonly applied techniques include factor analysis, latent class or principal component analysis. Next, the associations are being investigated between the derived clusters (commonly named patterns, e.g. dietary patterns or dietary-lifestyle patterns) and health outcomes using modelling, e.g. regression analysis or survival analysis[35]. The exploratory nature of this technique means that initially the components (sets of variables) are not known to the researcher and no assumptions can bias the results. This approach helps to obtain objective, often unexpected results which could not be predicted and investigated with the use of an *a priori* approach. This approach received a great deal of interest in the past decade, documenting the specific dietary patterns in various subpopulations[36,37]. However, the evidence regarding the clusters of combined dietary and lifestyle behaviours remains scarce, particularly in young men. In this study, we will focus on the published research, which applied the *a posteriori* approach, often referred to as the empirical method.

Clustering of dietary-lifestyle behaviours in young men

A recent review pooled data from fifty-six studies in adults (both men and women)[21]. The authors found that being a male, with lower socioeconomic status and younger age is associated with adherence to riskier clusters. Often, those risky clusters had a common denominator: alcohol use and smoking. The authors also highlighted that diet was less often included in the reviewed studies in comparison to alcohol use and smoking. Moreover, the dietary component was often limited to one or two variables, e.g. the frequency of fruit and vegetable consumption or breakfast skipping. Interestingly, the associations with physical activity were unclear. In general, poor diet tends to cluster with substance use (alcohol, tobacco and/or drug use). Clusters differed depending on the sample (e.g. general population *v.* students), country and analytical methods used[21].

The reasons behind the clustering can be broken down into three segments: cognitive, social and biological[38]. The cognitive reasons are linked to the theory of reasoned action and determinants such as intentions, self-efficacy, outcome expectancies, perceived susceptibility and perceived severity[39]. It has been previously documented that men display a lower level of nutritional knowledge than women[40]. Furthermore, in men, nutritional knowledge is not a direct predictor of healthy eating attitudes[41,42]. This would explain why some behaviours in men remain inconsistent, for example, as mentioned earlier, there is no clear association between physical activity and diet or substance use; men can have unhealthy dietary habits and at the same time be highly active[21]. Gubbels *et al.*[43] identified a cluster in boys labelled as Sports-Computer, which was characterised by health-promoting dietary behaviours, sedentary time and using a computer as well as being physically active. Although the authors studied behaviours in a sample of children, this example shows that some behaviours that may appear to be contradictory often coexist, and this phenomenon can be revealed using the data-driven approach.

Social reasons for the clustering of behaviours are related to age, sex, socioeconomic status, education, and these determinants appear to be the most frequently studied in lifestyle research[19,44,45]. These will be discussed in more detail further in the review. Lastly, biological explanations are associated with physical and mental health. It has been suggested that sex-related differences in lifestyle behaviours might be linked to hormonal differences[46]. Higher levels of androgens and cortisol, and lower serotonin levels in men may increase the desire for intense sensations and experiences, which can be obtained with the use of stimulants[46]. It has been shown that men have different responses to stress than women, with one of the avoidant coping strategies is alcohol or substance use[46]. The psychological aspects of lifestyle behaviours have been previously described by Conry *et al.*[47] Among six identified clusters, authors found that the multiple unhealthy behaviours reflected in 'multiple risk factor' and 'physically inactive' clusters, more prevalent in menaged 18–29 years, were associated with lower levels of energy and vitality and highest psychological distress[47].

Due to the cross-sectional design of these studies, the results need to be cautiously interpreted. The potential reason can be either a cause or a result of certain behaviours, e.g. psychological distress can be a cause of unhealthy lifestyle choices but also a result of long-term poor lifestyle habits.

Clusters of dietary-lifestyle behaviours and cardiometabolic health

Although a number of studies have investigated the clusters of lifestyle behaviours in mixed-sex population, the number of studies in young men which used empirical methods and included a dietary component is very small. A study by Lawrence *et al.*[48] investigated the associations between lifestyle clusters and cardiovascular health in a large American cohort. Eight indicators were used to create a cardiovascular risk scale (systolic and diastolic blood pressure, pulse rate, Hb A1c, TAG, HDL- and LDL-cholesterol, BMI). The results revealed that two clusters named 'inactive, poor diet, poor sleep' and 'consistently negative' were the predictors of poorer cardiovascular health in young adults (aged 26–31) when compared to the 'consistently positive' cluster. However, these results were not sex-specific and only two dietary variables were used to assess the diet quality: frequency consumption of fast-foods and sugary beverages[48].

Another interesting study, by Greene *et al.*[49], investigated the clustering of diet, physical activity, psychosocial factors and elevated health risk associated with obesity. The authors found that male students (aged 18–24) from the cluster labelled as 'psychosocially secure'

https://doi.org/10.1017/S002966512000693X Published online by Cambridge University Press

had better adiposity outcomes than men from other clusters, despite the lowest intake of fruit and vegetables and the lowest level of physical activity[49]. This paradox again shows that investigating only one aspect of a diet (here mean daily fruit and vegetable intake) may be insufficient to reflect overall diet quality.

In our recent study in young men (age <40 years), we proposed to include a broader spectrum of dietary variables along with lifestyle behaviours, such as physical activity at work and free time, current and past smoking, alcohol use and screen time[50]. Using a data-driven approach, we identified four dietary-lifestyle patterns. The early cardiometabolic risks associated with adiposity were observed in two dietary-lifestyle patterns labelled 'sandwiches and convenient diet' and 'fast-foods and stimulants', while two other dietary-lifestyle patterns appeared to be protective; due to its components, these were labelled 'protein food, fried-food and recreational physical activity' and 'healthy diet, active, past smokers'. Both of these dietary-lifestyle patterns were associated with lower odds of obesity and lower risks of elevated total cholesterol (only 'protein food, fried-food and recreational physical activity') and fasting blood glucose (only 'healthy diet, active, past smokers'), despite some unhealthy components such as frequent consumption of fried foods or smoking in the past. It could be that the physical activity component present in both patterns, alleviated the effect of the unhealthy behaviours[50]. This study, however, highlights that studying the dietary-lifestyle patterns using the empirical method mirrors the behaviours truly existing in populations (rather than compliance to guidelines recommendations). We believe that this approach more closely represents the real-life scenario, i.e. studies have shown that only a small percentage of the population entirely follow dietary recommendations, whereas a higher percentage display more relaxed, yet still pro-healthy dietary behaviours that can still be protective and used as an example for the rest of the population. There is an increasing recognition among academics and practitioners that health guidelines and interventions should be informed by the evidence obtained for the behaviour patterns research[51]. Researching patterns, rather than individual health-related behaviours, recognise the fact that lifestyle behaviours are complex and may have synergistic or antagonistic effects on the human body.

Practical implications

Modifying lifestyle behaviours in this population pose a serious challenge. Men are described as a population not only hard-to-reach but also hard-to-engage[52]. It is also unclear whether single or multiple health behaviour change interventions are more effective[53]. In the scoping review, Ashton *et al.*[54] identified forty-six interventional studies which have targeted risk behaviours solely in young men (age 17–35 years) and fifty-four studies reporting outcomes with stratification for age and/or sex. Only a fraction of studies targeted poor diet (*n* 5), with the majority of the interventions being focused on increasing physical inactivity, lowering alcohol use and reducing risky sexual behaviours[54]. The important limitation in terms of applicability of the results was low diversity. Most often, the samples consisted of university students (being a population easily accessible to the researchers). Based on the studies included in the review, the authors concluded that the effectiveness of future interventions can be improved by: (i) being tailored to the specific subpopulations of men (e.g. unemployed, ethnic minorities, etc.); (ii) accounting for the different types of masculinity; (ii) incorporating theoretical frameworks; (iii) choosing the right delivery channel (face-to-face or online intervention), as well as intervention facilitator, similar to the targeted group[54]. Football Fans in Training (https://ffit.org.uk/) is a good example of a successful, age- and sex-sensitised, health-promoting initiative [55–57]. The 12-week intervention directed to overweight men aged 35–65 was delivered in Scottish football clubs by community coaches and involved dietary guidance and physical activity sessions[55]. Participating men managed to implement lasting lifestyle changes, lose bodyweight, improve blood pressure and increase self-esteem[55–57]. The appeal and success of the intervention were attributed to feeling similar to other men in the group, sharing similar interests, filling sessions with effervescent experiences and receiving continuous peer-support[57].

Getting to know the target population is fundamental. The European Commission on Men's Health has stressed the fact that behavioural sex-related differences represent different needs and perceived barriers in terms of health promotion[58]. In further work, Ashton *et al.*[59] suggested that focus groups might be helpful in identifying young men's motivators and perceived barriers towards eating healthily and being active. In this group of 18–25 years-old men, the main motivators for healthy eating were physical health, sport or performance, physical appearance and social influences, while key motivators for physical activity were physical appearance, social inclusion, physical and mental health and improvements for sport or performance[59]. Hence, it may be concluded that the 'one size fits all' approach is not feasible and a thorough analysis of the targeted population is recommended to design the intervention accordingly to the specific needs.

Recommendations for future studies

In the majority of studies, the dietary component was often limited to one or two variables, most commonly the frequency of fruit and vegetable consumption. It can be argued that the intake of fruit and vegetables is a reasonable indicator of diet quality. It is the food group included in all dietary indices designed to assess diet quality[60,61] and its high intake is associated with the reduced risk of CVD, cancer and mortality[62]. Hence, it might be presumed that high fruit and vegetable intake is a key marker of healthy dietary pattern. This has been previously confirmed by Ramsay

https://doi.org/10.1017/S002966512000693X Published online by Cambridge University Press

et al.[63] in a study in children. Those who consumed whole fruit, fruit juice and non-starchy vegetables (apart from white potatoes) had higher diet quality measured with healthy eating index (HEI-2010)[63]. However, the results from this sample cannot be generalised to other populations and older age groups. Moreover, studying only a singular dietary behaviour reflects the level of adherence to that particular dietary recommendation and does not expose the nuances in the complexity of human behaviour. As shown before, young men may engage in a mixture of explicit dietary behaviours[49] and therefore in this case, the examination of a singular dietary habit does not represent the overall diet quality. Lastly, from the public health perspective, examining solely fruit and vegetable intake or breakfast skipping will not highlight other areas which require improvement and should be addressed in the target population.

Similarly, variables such as smoking, alcohol use or physical activity would benefit from a more in-depth assessment if used as variables in data-driven analyses. A detailed description of those behaviours could add to the existing knowledge, by revealing what specific types of lifestyle behaviours generate the highest risks and which ones might be protective, e.g. smoking (past, current, frequency, tobacco or electronic cigarettes), alcohol consumption (type, frequency, amount per drinking occasion), physical activity (recreational *v.* physical labour, moderate *v.* vigorous intensity, etc.).

Conclusions

Young men are a population at high risk of unfavourable health behaviours. Poor diet tends to cluster with stimulants use, but its correlation with physical activity is inconsistent in young men. The data regarding the synergistic effects of a broad spectrum of dietary behaviours combined with other lifestyle factors in the context of cardiometabolic health remain scarce in this population. The inclusion of a broader range of dietary and lifestyle variables into the multicomponent analysis of dietary and lifestyle patterns might have a greater potential in explaining the association with cardiometabolic health. Defining behavioural clusters in young men can help to develop lifestyle interventions, tailored to the specificity and needs of the targeted group.

Financial Support

This work was supported by the Minister of Science and Higher Education in the range of the programme entitled Regional Initiative of Excellence for the years 2019–2022, Project No. 010/RID/2018/19, amount of funding 12 million PLN.

Conflict of Interest

None.

Author contributors

M. L. led the writing of the manuscript and revised it critically for important intellectual content. L. W. assisted in drafting the manuscript and revised it critically for important intellectual content.

References

1. Chella Krishnan K, Mehrabian M & Lusis AJ (2018) Sex differences in metabolism and cardiometabolic disorders. *Curr Opin Lipidol* **29**, 404–410.
2. European Commission (2011) The state of men's health in Europe: Extended Report, Luxembourg, European Commission, http://ec.europa.eu/health/population_groups/docs/men_health_extended_en.pdf (accessed November 2019).
3. World Health Organization (2013) Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/94384/1/9789241506236_eng.pdf (accessed November 2019).
4. White A, McKee M, de Sousa B *et al.* (2014) An examination of the association between premature mortality and life expectancy among men in Europe. *Eur J Public Health* **24**, 673–679.
5. Mikkilä V, Räsänen L, Raitakari OT *et al.* (2005) Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: the cardiovascular risk in young Finns study. *Br J Nutr* **93**, 923–931.
6. Gooding HC, Shay CM, Ning H *et al.* (2015) Optimal lifestyle components in young adulthood are associated with maintaining the ideal cardiovascular health profile into middle age. *J Am Heart Assoc.* **4**, e002048.
7. Zhang Y & Moran AE (2017) Trends in the prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension among young adults in the United States, 1999 to 2014. *Hypertension* **70**, 736–742.
8. British Heart Foundation (2019) Heart and Circulatory Disease Statistics 2019. https://www.bhf.org.uk/what-we-do/our-research/heart-statistics/heart-statistics-publications/cardiovascular-disease-statistics-2019 (accessed November 2019).
9. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE *et al.* (2017) Heart disease and stroke statistics-2017 update: a report from the American heart association. *Circulation* **135**, e146–e603.
10. Office for National Statistics (2018) Deaths from diseases of the cardiovascular system and ischaemic heart disease, England and Wales: 2010 to 2017. https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/birthsdeathsandmarriages/deaths/adhocs/009367deathsfromdiseasesofthecardiovascularsystemandischaemicheartdisease2010to2017 (accessed November 2019).
11. Eckart RE, Shry EA, Burke AP *et al.* (2011) Sudden death in young adults: an autopsy-based series of a population undergoing active surveillance. *J Am Coll Cardiol* **58**, 1254–1261.
12. Merz AA & Cheng S (2016) Sex differences in cardiovascular ageing. *Heart* **102**, 825–831.
13. Charchar FJ, Bloomer LD, Barnes TA *et al.* (2012) Inheritance of coronary artery disease in men: an analysis of the role of the Y chromosome. *Lancet* **379**(9819), 915–922.
14. McKee M & Shkolnikov V (2001) Understanding the toll of premature death among men in Eastern Europe. *Br Med J* **323**, 1051–1055.

https://doi.org/10.1017/S002966512000693X Published online by Cambridge University Press

15. General Statistical Office (2016) Health status of population in Poland in 2014. Ed. Piekarzewska M, Wieczorkowski R, Zajenkowska-Kozłowska A. Warsaw. https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/stan-zdrowia-ludnosci-polski-w-2014-r-,6,6.html (accessed November 2019).
16. Andersson C & Vasan R (2018) Epidemiology of cardiovascular disease in young individuals. *Nat Rev Cardiol* **15**, 230–240.
17. Olson JS, Hummer RA & Harris KM (2017) Gender and health behavior clustering among U.S. young adults. *Biodemogr Soc Biol* **63**, 3–20.
18. Rabel M, Laxy M, Thorand B *et al.* (2019) Clustering of health-related behavior patterns and demographics. Results from the population-based KORA S4/F4 cohort study. *Front Public Health* **6**, 387.
19. Lv J, Liu Q, Ren Y *et al.* (2011) Socio-demographic association of multiple modifiable lifestyle risk factors and their clustering in a representative urban population of adults: a cross-sectional study in Hangzhou, China. *Int J Behav Nutr Phys Act* **8** [Epublication 15 may 2011].
20. Ha S, Choi HR & Lee YH (2017) Clustering of four major lifestyle risk factors among Korean adults with metabolic syndrome. *PLoS ONE* **12**, e0174567.
21. Noble N, Paul C, Turon H *et al.* (2015) Which modifiable health risk behaviours are related? A systematic review of the clustering of Smoking, Nutrition, Alcohol and Physical activity ('SNAP'™) health risk factors. *Prev Med* **81**, 16–41.
22. Northstone K (2012) Dietary patterns: the importance of sex differences. *Br J Nutr* **108**, 393–394.
23. Levinson DJ (1986) A conception of adult development. *Am Psychol* **41**, 3–13.
24. Mize TD (2017) Profiles in health: multiple roles and health lifestyles in early adulthood. *Soc Sci Med* **178**, 196–205.
25. Fleg JL & Strait J (2012) Age-associated changes in cardiovascular structure and function: a fertile milieu for future disease. *Heart Fail Rev* **17**, 545–554.
26. Lexell J, Taylor CC & Sjöström M (1988) What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* **1988**, 84, 275–294.
27. Lu J, Shin Y, Yen MS *et al.* (2016) Peak bone mass and patterns of change in total bone mineral density and bone mineral contents from childhood into young adulthood. *J Clin Densitom* **19**, 180–191.
28. Gochman DS (editor) (1997) *Handbook of Health Behavior Research*, vols **1–4**. New York, NY: Plenum.
29. Harris DM & Guten S (1979) Health-protective behavior: an exploratory study. *J Health Soc Behav* **20**, 17–29.
30. Royal Australian College of General Practitioners (2004) Smoking, Nutrition, Alcohol and Physical activity (SNAP). A population health guide to behavioural risk factors in gen-754eral practice. Melbourne: The Royal Australian College of General Practitioners. Melbourne.
31. GBD (2016) Risk factors collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the global burden of disease study. *Lancet* **388**, 1659–1724.
32. Khaw KT, Wareham N, Bingham S *et al.* (2008) Combined impact of health behaviours and mortality in men and women: the EPIC-Norfolk prospective population study. *PLoS Med* **5**, e12.
33. Armitage P, Berry G, Matthews JNS (editors) (2001) *Statistical Methods in Medical Research*, 4th ed., Oxford: Wiley-Blackwell.
34. Wirfält E, Drake I & Wallström P (2013) What do review papers conclude about food and dietary patterns? *Food Nutr Res* **57** [Epublication 4 March 2013].
35. Wadolowska L, Hamulka J, Kowalkowska J *et al.* (2018) Prudent-active and fast-food-sedentary dietary-lifestyle patterns: the association with adiposity, nutrition knowledge and sociodemographic factors in Polish teenagers – the ABC of healthy eating project. *Nutrients* **10** [Epublication 15 December 2018].
36. Kant AK (2010) Dietary patterns: biomarkers and chronic disease risk. *Appl Physiol Nutr Metab* **35**, 199–206.
37. US Department of Agriculture (2014) Nutrition Evidence Library. A series of systematic reviews on the relationship between dietary patterns and health outcomes. US Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion; Alexandria, VA.
38. Patterson RE, Haines PS & Popkin BM (1994) Health lifestyle patterns of U.S. adults. *Prev Med* **23**, 453–460.
39. Conner M & Norman P (2015) Predicting and changing health behaviour: a social cognition approach. In *Predicting and Changing Health Behaviour: Research and Practice with Social Cognition Models*, 3rd ed., pp. 1–29 [M Conner and P Norman, editors]. Maidenhead: Open University Press.
40. Whitcombe D, Nethery V & Bergman E (1996) Relationship between nutrition knowledge and gender, ethnic background, and year in school in varsity athletes. *J Am Dietetic Ass* **96**, A87.
41. Brown K, McIlveen H & Strugnell C (2000) Nutritional awareness and food preferences of young consumers. *J Nutr Food Sci* **30**, 230–235.
42. O'Brien G & Davies M (2007) Nutrition knowledge and body mass index. *Health Educ Res* **22**, 571–575.
43. Gubbels JS, Kremers SP, Stafleu A *et al.* (2012) Clustering of energy balance-related behaviors in 5-year-old children: lifestyle patterns and their longitudinal association with weight status development in early childhood. *Int J Behav Nutr Phys Act* **9**, 77–91.
44. Meader N, King K, Moe-Byrne T *et al.* (2016) A systematic review on the clustering and co-occurrence of multiple risk behaviours. *BMC Public Health* **16**, 657.
45. Murphy JJ, MacDonncha C, Murphy MH *et al.* (2019) Identification of health-related behavioural clusters and their association with demographic characteristics in Irish university students. *BMC Public Health* **19**, 121.
46. Courtenay WH (2003) Key determinants of the health and well-being of men and boys. *Int J Men's Health* **2**, 1–30.
47. Conry MC, Morgan K, Curry P *et al.* (2011) The clustering of health behaviours in Ireland and their relationship with mental health, self-rated health and quality of life. *BMC Public Health* **11**, 692.
48. Lawrence EM, Mollborn S & Hummer RA (2017) Health lifestyles across the transition to adulthood: implications for health. *Soc Sci Med* **193**, 23–32.
49. Greene GW, Schembre SM, White AA *et al.* (2011) Identifying clusters of college students at elevated health risk based on eating and exercise behaviors and psychosocial determinants of body weight. *J Acad Nutr Diet* **111**, 394–400.
50. Lonnie M, Wadolowska L & Kowalkowska J (2019) Dietary-lifestyle patterns associated with adiposity and metabolic abnormalities in young men: a cross-sectional study (MeDiSH Project). *Nutrients* [Epublication 12 march 2020].

https://doi.org/10.1017/S002966512000693X Published online by Cambridge University Press

51. World Health Organization (2009) *Interventions on Diet and Physical Activity: What Works*. Geneva: WHO.
52. Lefkowich M, Richardson N & Robertson S (2017) 'If we want to get men in, then we need to ask men what they want': pathways to effective health programing for men. *Am J Men's Health* **11**, 1512–1524.
53. Prochaska JJ & Prochaska JO (2011) A review of multiple health behavior change interventions for primary prevention. *Am J Lifestyle Med* **5** [Epublication May 2011].
54. Ashton LM, Hutchesson MJ, Rollo ME *et al.* (2014) A scoping review of risk behaviour interventions in young men. *BMC Public Health* **14**, 957.
55. Hunt K, Wyke S, Gray CM *et al.* (2014) A gender-sensitised weight loss and healthy living programme for overweight and obese men delivered by Scottish Premier League football clubs (FFIT): a pragmatic randomised controlled trial. *Lancet* **383**, 1211–1221.
56. Gray C, Hunt K, Mutrie N *et al.* (2011) Can the draw of professional football clubs help promote weight loss in overweight and obese men? A feasibility study of the football fans in training programme delivered through the Scottish Premier League. *J Epidemiol Community Health* **65**, A37–A38.
57. Bunn C, Wyke S, Gray CM *et al.* (2016) 'Coz football is what we all have': masculinities, practice, performance and effervescence in a gender-sensitised weight-loss and healthy living programme for men. *Sociol Health Illn* **38**, 812–828.
58. White A, De Sousa B, De Visser R *et al.* (2011) The state of men's health in Europe: European Commission: The state of men's health in Europe: Extended report, pp. 1–407. http://ec.europa.eu/health/population_groups/docs/men_-health_extended_en.pdf.
59. Ashton LM, Hutchesson MJ, Rollo ME *et al.* (2015) Young adult males' motivators and perceived barriers towards eating healthily and being active: a qualitative study. *Int J Behav Nutr Phys Act* **12**, 93.
60. Burggraf C, Teuber R, Brosig S *et al.* (2018) Review of a priori dietary quality indices in relation to their construction criteria. *Nutr Rev* **76**, 747–764.
61. Waijers P, Feskens E & Ocké M (2007) A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr* **97**, 219–231.
62. Wang X, Ouyang Y, Liu J *et al.* (2014) Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Br Med J* **349**, 4490.
63. Ramsay SA, Shriver LH, Taylor CA (2016) Variety of fruit and vegetables is related to preschoolers' overall diet quality. *Prev Med Rep* **5**, 112–117.

Proceedings of the Nutrition Society

https://doi.org/10.1017/S002966512000693X Published online by Cambridge University Press

Dietary-Lifestyle Patterns Associated with Adiposity and Metabolic Abnormalities in Adult Men under 40 Years Old: A Cross-Sectional Study

nutrients

MDPI

Article

Dietary-Lifestyle Patterns Associated with Adiposity and Metabolic Abnormalities in Adult Men under 40 Years Old: A Cross-Sectional Study (MeDiSH Project)

Marta Lonnie [1,*], Lidia Wadolowska [1] and Elzbieta Bandurska-Stankiewicz [2]

[1] Department of Human Nutrition, Faculty of Food Science, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, 10-718 Olsztyn, Poland; lidia.wadolowska@uwm.edu.pl

[2] Department of Internal Medicine, Faculty of Medical Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, 10-561 Olsztyn, Poland; bandurska.endo@gmail.com

* Correspondence: marta.lonnie@uwm.edu.pl; Tel.: +48-89-524-5514

Received: 13 January 2020; Accepted: 9 March 2020; Published: 12 March 2020



Abstract: The aim of this study was to examine the associations of dietary-lifestyle patterns (DLPs) with adiposity and metabolic abnormalities in adult Polish men that were under 40. The cross-sectional study included 358 men that were 19–40-year-old. Dietary and lifestyle data were collected with multicomponent food frequency questionnaire (KomPAN®). DPLs were derived with Principal Component Analysis (PCA) using 25 dietary and six lifestyle as the input variables. Adiposity was determined with the use of: overweight (body mass index 25–29.9 kg/m^2), central obesity (waist-to-height ratio ≥ 0.5), general obesity (body fat ≥ 25%), excessive visceral fat tissue (≥ median), and increased skeletal muscle mass (≥ median). The metabolic abnormalities were characterised by elevated: fasting blood glucose (FBG ≥ 100 mg/dL), triglycerides (TG ≥ 150 mg/dL), total cholesterol (TC ≥ 200 mg/dL), or systolic or diastolic blood pressure (≥ 130 or ≥ 85 mmHg, respectively). Four PCA-driven DLPs were derived and labelled accordingly to the most characteristic dietary or lifestyle behaviours that were correlated with each pattern. Multivariate logistic regression revealed that higher adherence (upper vs. bottom tertile as referent) to "Protein food, fried-food, and recreational physical activity" pattern was associated with higher odds of overweight and increased skeletal muscle mass, and lower odds of: general obesity, excessive visceral fat tissue, and elevated TC. Higher adherence to "Healthy diet, active, past smokers" pattern was associated with higher odds of overweight and lower odds of: general obesity, excessive visceral fat tissue, and elevated FBG. Higher adherence to "Sandwiches and convenient diet" pattern was associated with higher odds of: central obesity, general obesity, excessive visceral fat tissue, elevated TC, elevated TG, occurrence at least two metabolic abnormalities, and lower odds of increased skeletal muscle mass. A higher adherence to "Fast foods and stimulants" pattern was associated with higher odds of central obesity, general obesity, excessive visceral fat tissue, and lower odds of increased skeletal muscle mass. The interrelations between diet and lifestyle behaviours were reflected in three out of four patterns. Healthy diet attempts combined with active lifestyle was associated with reduced risk of adiposity and metabolic abnormalities despite some unhealthy components, like former smoking or fried-food consumption. In contrary, patterns that were composed of undesirable dietary behaviours solely, as well as poor diet combined with stimulant use, were associated with higher adiposity and worse metabolic health, despite the relatively young age of the study participants. Accurate mapping of dietary-lifestyle behaviours can serve as a tool for formulating evidence-based recommendations.

Keywords: adiposity; adults; dietary patterns; lifestyle; men; metabolic; principle component analysis; young adults

1. Introduction

Young men are a population of a particularly increased risk of unfavourable health behaviours while going through the changes associated with the transition from adolescence to adulthood [1,2]. Leaving home, going to university, commencing employment and starting a family are milestones in life that can have detrimental health implications, contributing to the development of diet-related diseases, such as hypertension, obesity, diabetes, cardiovascular diseases, and cancers [3]. Moreover, it has been found that, in the young age group, men are at higher risk of fatal chronic conditions and heart diseases in comparison to women of the same age [4–6]. This phenomenon is believed to have not only behavioural background, but it is also associated with biological, hormonal, and genetic factors, which are sex-specific [7].

A Finnish study on men that were aged 18–29 years old revealed that, in early adulthood, unhealthy behaviours outweigh healthy and preferences for energy-rich foods are strong in this group, e.g., only small percentage of men consumed fruit and vegetables daily (13% and 8%, respectively), whereas a higher percentage consumed pizza and hamburgers more than once a week (24% and 19%, respectively) [8]. Starting university and living away from home has also been associated with low consumption of fruit and vegetables among male Polish students [9]. Moreover, while studying at university, male students have shown to engage more often than girls in addictive behaviours, such as excess alcohol drinking, smoking, and the use of stimulants, e.g., to enhance mental performance and cope with stress [10,11]. Poor coping strategies, which are reflected in addictive behaviours, can be also triggered by commencing first employment, which is often a source of stress for a young person. These results allow for hypothesizing, that young men are a specific population who engage in a mixture of explicit behaviours and, further, more detailed research is needed to fully understand the complex mechanisms of health-related decisions in this subpopulation.

Previous studies investigated the associations between predefined dietary and lifestyle risk factors and the occurrence of cardiovascular diseases, representing the a priori (hypothesis-driven) approach [12]. In brief, this approach is used to assess how closely selected behaviours match the widely accepted healthy lifestyle goals, e.g., has the recommendation for daily physical activity or fibre intake been met. One of the limitations of hypothesis-driven method is that it does not allow for picking out some unique combinations of behaviours, truly existing in studied populations. In contrast, an analysis of patterns provides the advantage of mirroring the real life scenario [13]. Furthermore, using the data-driven methods (the a posteriori approach) allows for revealing often-unexpected behavioural patterns that have previously not been hypothesised by the researchers. The a posteriori approach has been less frequently used and the interpretation of the results had some limitations. The majority of studies have combined both men and women to obtain overall patterns and were then investigating the differences in dietary patterns scores by gender [14]. However, as emphasised by Northstone and Emmett [15], a separate, gender-specific analysis of dietary patterns is highly recommended in European populations. In their study, the authors derived four dietary patterns in men: 'Health conscious', 'Traditional', Processed/confectionery', and 'Semi-vegetarian'. This study highlighted many interesting and important gender-specific differences in dietary patterns, e.g., 'Traditional' pattern was only evident in men, which indicated their strong preferences for traditional cooking, which were not present in women [15]. Unfortunately, the health outcomes of the adherence to these patterns or the associations with lifestyle factors have not been extensively explored.

Only a few studies attempted to investigate the associations between combined dietary-lifestyle patterns and metabolic abnormalities in young males [2,16,17]. However, the dietary component that was included in these studies was very limited, and comprised only few questions, usually regarding fruit and vegetable consumption (as an indicator of a healthy diet), with other important food groups being omitted. Nevertheless, the results from these studies provided valuable insight into clustering of dietary and lifestyle behaviours, suggesting that both healthy and unhealthy behaviours tend to cluster [14–17] and that the clustering of the least favourable to health behaviours was more prevalent in men, from younger age groups, and of a lower socioeconomic status [14].

To our knowledge, no previous studies included a broad range of dietary variables into the analysis of combined lifestyle and dietary behaviours, in the context of metabolic health and in the population of young men. The aim of this study was to examine the associations of dietary-lifestyle patterns (DLPs) with adiposity and metabolic abnormalities in young Polish men. The demographic that is described in this paper includes adult men up the age of 40. According to Levinson [18], this age marks the end of the early adulthood era and opens up the mid-life transition. For simplicity, we will refer to the group as young men throughout the paper.

2. Materials and Methods

2.1. Study Design and Participants

The study was designed as a cross-sectional with convenience sampling. The participants were recruited through direct advertising, while using posters, leaflets, and communication with human resources departments of local employers. The recruitment was carried out in public and private sector workplaces that were located in Olsztyn city and around the city to cover urban, sub-urban, and rural areas of Warmia and Mazury region. The intent was to recruit men from different age groups, of all education levels and employment status (e.g., white vs. blue collars). The advertising of the study included sites, such as university campus, city council, unemployment office, health centres, retail, courier services, gas and electricity suppliers, etc., to achieve the maximum variability of the study sample in regards to demographic and socioeconomic characteristics and best reflect the structure of the general population. A proportion of recruited participants were enrolled through further referrals. The participants who took part in the study were recommending the study to their peers in person or through their social media channels. The inclusion criteria were: males, aged 19–40, with the cognitive ability to understand and respond to questions that were asked by the interviewer, written consent to participate. The exclusion criteria were: females, and a cognitive impairment that would not allow for understanding and responding to questions that were asked by the interviewer. A total sample screened consisted of 385 men. In the preliminary analysis, a total of 26 men were excluded from further analysis, due to missing data (n = 7), not meeting the age criterion on the day of screening (n = 11), reporting cardiometabolic diseases: cardiovascular disease (n = 4) and diabetes (n = 5). Although cardiometabolic diseases were not an exclusion criterion in the study, for the purpose of this paper it was decided that affected men should be removed from further analysis, due to small number of such subjects (9) and potential bias caused by the medication used. Figure 1 presents details of the sample collection.

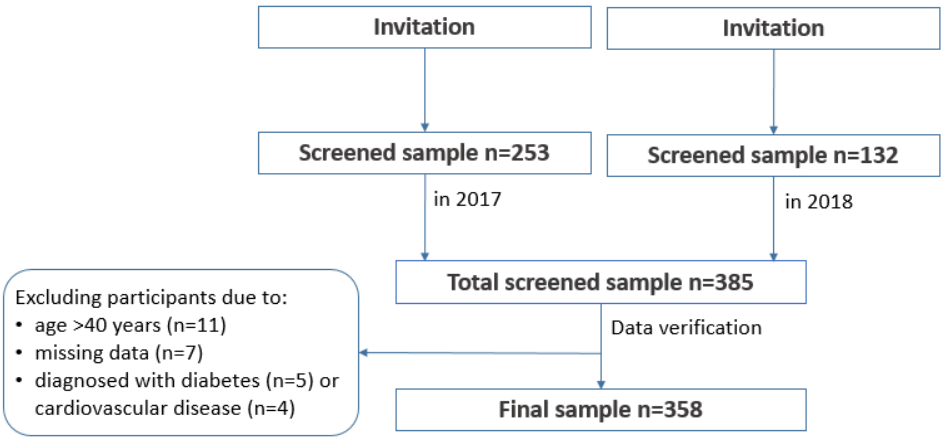


Figure 1. Study design and data collection.

All of the data regarding diet, lifestyle, and socioeconomic status were collected using closed-question from KomPAN® questionnaire [19,20]. This multicomponent food frequency

questionnaire was designed for a Polish population aged 15–65 years. KomPAN® has been assessed in healthy and unhealthy subjects and confirmed to be a reliable tool with acceptable-to-very good reproducibility [20]. The data were collected in 2017 (January to March) and 2018 (April to May), during one-to one interviews with trained researchers.

2.2. Ethical Approval

The study was conducted within the Men's Diet, Socioeconomic Status, and Health (MeDiSH) Project, which was approved by the Bioethics Committee of the Faculty of Medical Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn in December 8, 2016 (Resolution No. 45/2016) as an annex to ethical approval obtained in June 17, 2010 (Resolution No. 20/2010). Written informed consent to participate was obtained from all of the study participants.

2.3. Dietary and Lifestyle Behaviours

Data regarding the consumption frequency of 25 food groups were obtained. The respondents could choose one of six categories (next converted into daily frequency): never (0 times/day), 1–3 times a month (0.06 times/day), once a week (0.14 times/day), few times a week (0.5 times/day), once a day (1.0 time/day), or a few times a day (2.0 times/day), in accordance with questionnaire manual guide [19].

Lifestyle behaviours regarded daily frequency of meals, physical activity, smoking, and screen time. The respondents reported the number of daily eating occasions by choosing one from five answers, starting from one meal/day to five meals or more a day. The respondents could choose one of three categories to describe the level of physical activity at work or at school, as follows: (i) low—over 70% of time sedentary; (ii) moderate—about 50% of time sedentary and 50% active; and, (iii) higher—about 70% of time active or physical labour of high intensity. The respondents could choose one of three categories to describe the level of recreational physical activity, as follows: (i) low—mostly sedentary, watching TV, reading newspapers/book, light house works, walking for 1–2 h a week; (ii) moderate—walking, cycling, exercise, gardening, or other light intensity physical activity for 2–3 h a week; and, (iii) higher—cycling, running, gardening, or other sport activities that require physical activity for more than 3 h a week. Past and current smoking had a dichotomous choice of answers: yes or no. Screen time was assessed using question: 'How many hours a day (on average) do you spend watching TV or using a computer (including work)?' The respondents could choose one of six categories: < 2 h/day, 2 to < 4 h/day, 4 to < 6 h/day, 6 to < 8 h/day, 8 to < 10 h/day, and ≥ 10 h/day. For each answer of each lifestyle variable, separately, numerical values were assigned, as follows: 1, 2, etc., to used them in statistical analysis.

2.4. Adiposity and Metabolic Assessment

Trained researchers undertook the measurements of body weight, size, and according to the International Society for Advancement of Kinanthropometry (ISAK) International Standards for Anthropometric Assessment guidelines [21]. A professional equipment and measuring tape were used: for measuring height—a portable stadiometer SECA 220, for weight—electronic digital scale SECA 799, for waist circumference—stretch-resistant tape SECA 201 to measure on bare sin, just above the iliac crest, for body fat and skeletal muscle mass (using bioelectrical impedance technique)—body composition analyser SECA medical Body Composition Analyze (mBCA) 515. Adiposity was determined based on several commonly used anthropometric indices: overweight (body mass index, BMI = 25–29.9 kg/m^2), central obesity (waist-to-height ratio, WHtR $\geq$ 0.5), and general obesity (body fat $\geq$ 25%) [22–24]. The median values (Me) were applied to assess excessive visceral fat tissue ($\geq$ Me of fat tissue volume, i.e., 1.565 l) and increased skeletal muscle mass ($\geq$ Me of body mass, i.e., 37%).

Measuring the concentration of fasting blood glucose (FBG), triglycerides (TG), and total cholesterol (TC) in capillary blood was undertaken to collect the metabolic outcomes. The tests were performed by piercing the fingertip to draw blood, applying the blood to a chemically active disposable test

strip, and then placing it into an Accutrend Plus glucometer (Roche Diagnostic GmbH, Mannheim, Germany). All of the tests were performed in the morning and the participants were asked to restrain from eating or drinking (apart from water) up to 8–10 h before the appointment. The measurements of systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) were taken. It was based on repeated measures using electronic monitor (Omron M3 Intellisense Automatic Blood Monitor, Omron Healthcare, Mannheim, Germany), according to the National Institute for Health and Care Excellence (NICE) procedures [25], meaning that all of the measurements were being obtained in a uniform manner for each participant to minimise the bias. Metabolic abnormalities were recorded if the following markers were elevated: FBG ≥ 100 mg/dL, TG ≥ 150 mg/dL, TC ≥ 200 mg/dL, or systolic or diastolic blood pressure ≥ 130 or ≥ 85 mmHg, respectively [26–28].

2.5. Confounding Variables

Literature on dietary patterns and health was reviewed to identify relevant confounders to prevent the distortion of the true relationship between exposures and outcomes and minimize potential bias. The considered confounding variables, which were used in further analysis, were age as continuous variable and categorical socioeconomic variables: place of residence (four categories: village, town < 20,000, town 20,000 to 100,000, city > 100.000 inhabitants), education (three categories: lower secondary, upper secondary, higher), and financial situation (four categories). Financial situation was assessed while using the following question: 'How would you describe your household's overall situation?' Five answers were given to choose one from: (i) 'we do not have enough money for basic needs'—nobody reported such situation; (ii) 'we have to be very careful with our daily budget'; (iii) 'we have enough money for our daily needs, but we need to budget for bigger purchases'; (iv) 'we have enough money for our needs without particular budgeting'; and, (v) 'we can afford some luxury'.

2.6. Statistical Analysis

Sample size calculation was based on the occurrence of adiposity and metabolic abnormalities. A database that was collected in 2017 and covering 253 participants was used. Assuming a two-sided significance level of 0.05 and 80% power to detect a 50% difference in the occurrence of adiposity and metabolic abnormalities between two groups (moderate or higher adherence to the DLP vs. lower adherence as reference), the sample size was, for example: 75 for overweight, 97 for elevated BP, 132 for elevated TC, 146 for general obesity, and 165 for elevated TG, per each group. Thus, taking the use of multiple markers to assess adiposity and metabolic abnormalities into account, we have found that the sample size was sufficient for detecting differences between groups, if they exist, except for elevated FBG, which should be interpreted with caution.

Data were presented as percentages of the sample for categorical variables and the means and standard deviations (SDs) for continuous variables with normal distribution (e.g., age, adiposity, and metabolic markers) or medians and interquartile ranges (IQRs) for continuous variables without normal distribution (e.g., food frequency consumption expressed in times/day). Before statistical analysis, variables normality was verified with two tests: Kolmogorov-Smirnov test and Shapiro-Wilk test. Differences between groups were verified with Pearson's chi-squared for categorical variables, T test for continuous variables with normal distribution or Kruskal-Wallis test for continuous variables without normal distribution.

The DLPs were derived using Principal Component Analysis (PCA), with varimax normalized rotation [29]. A total of 31 variables were included in the PCA: 25 dietary- and six lifestyle-related. During the identification of the number of DLPs, the following criteria were considered: (i) the eigenvalues of the variable correlations >1.0, (ii) the plot of eigenvalues, and (iii) the total variance explained [29]. Rotated factor loadings with an absolute value ≥ |0.30| were considered to be specific to the given pattern and used to label the patterns accordingly. The higher values of factor loadings, the stronger association between dietary or lifestyle variables and the DLP. For each subject and each pattern, DLP scores were calculated as a product of factor loading and food frequency consumption

(for dietary variables) or numerical categories assigned (for lifestyle variables). Next, for each DLP, tertile intervals were calculated which aimed to categorise subjects' adherence to the patterns: subjects that were located in the upper tertile were characterised as those with higher adherence to the pattern, while subjects located in the bottom tertile as those with lower adherence. The percentage distribution of adiposity and metabolic abnormalities was analysed across the tertiles of DLPs while using Pearson's chi-squared test.

Logistic regression verified the associations between DLPs and adiposity or metabolic outcomes. The odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (95%CIs) were calculated. Two models were created: crude and adjusted for potential confounders: age, place of residence, financial situation, and education (see Section 2.4). The modelled variables (see Section 2.3) were:

(1) related to adiposity: overweight (reference (ref.): normal weight), central obesity (ref.: without), general obesity (ref.: without), excessive visceral fat tissue ≥ median of fat tissue volume (ref.: < Me), and increased skeletal muscle mass ≥ median of body mass percentage (ref.: < Me), and
(2) related to metabolic abnormalities: elevated FBG (ref.: not elevated), elevated TG (ref.: not elevated), elevated TC (ref.: not elevated), elevated SBP or DBP (ref.: both not elevated), at least two metabolic abnormalities (ref.: no metabolic abnormalities).

With respect to the subjects' adherence to the DLPs, the modelled categories were moderate or higher adherence while reference category (OR = 1.00) was lower adherence (i.e., the bottom tertile). The statistical analysis was performed while using STATISTICA software (version 10.0 PL; StatSoft Inc., Tulsa, USA; Kraków, StatSoft Polska). A p-value < 0.05 was considered to be statistically significant.

3. Results

3.1. Sample Characteristics

The consumption of at least four meals a day was reported by approx. 67% of the sample, high level of physical activity at work or at school by approx. 18%, high level of recreational physical activity by approx. 41%, and screen time lasting ≥ 8 h/day by 28.5% (Table 1). Over 15% of men reported consumption of foods with frequency a few times a day for: butter, refined bread, vegetables, milk, and fruit, and over 40% of men never consumed: lard, energy drinks, and tinned meats (Table 2). Means and medians (with interquartile ranges) of foods frequency consumption (times/day) can be found in supplementary material (Table S1).

Table 1. Sample characteristic by sociodemographic and lifestyle variables and age groups.

Variables	Percentage of the Sample (%) Age Groups [Years]			p-Value
	Total	19–30 Years	31–40 Years	
Number of subjects	358	176	182	
Sociodemographic variables				
Place of residence				****
Village	20.4	26.1	14.8	
Town (<100,000)	15.9	23.3	8.8	
Big city	63.7	50.6	76.4	
Education				****
Secondary or lower	41.9	58.0	26.4	
Higher	58.1	42.0	73.6	

Table 1. *Cont.*

Variables	Percentage of the Sample (%) Age Groups [Years]			*p*-Value
	Total	**19–30 Years**	**31–40 Years**	
Financial situation [1]				ns
Modest	27.1	26.2	28.0	
Comfortably	64.2	61.9	66.5	
Wealthy	8.7	11.9	5.5	
Lifestyles behaviours				
Number of meals per day				ns
1–2	4.4	3.9	3.8	
3	28.5	29.5	29.7	
4	42.2	39.2	39.0	
5 or more	24.9	27.4	27.5	
Physical activity at work or at school [2]				ns
Low	50.0	47.7	52.2	
Moderate	31.8	33.0	30.8	
High	18.2	19.3	17.0	
Recreational physical activity [3]				**
Low	15.4	13.1	17.6	
Moderate	43.8	36.9	50.5	
High	40.8	50.0	31.9	
Current smoking	15.9	18.2	13.7	ns
Smoking in the past	38.5	35.2	41.8	ns
Screen time (hours/day) [4]				****
<2	10.9	8.0	13.7	
2 to <4	20.7	26.7	14.8	
4 to <6	24.0	30.7	17.6	
6 to <8	15.9	16.5	15.4	
8 to <10	17.6	10.8	24.2	
≥10	10.9	7.4	14.3	

[1] Financial situation was assessed using the question: 'How would you describe your household's overall situation?'; The 'modest' category consisted of two answers: 'we have to be very careful with our daily budget' and 'we have enough money for our daily needs, but we need to budget for bigger purchases'; The 'comfortably' category consisted of one answer: 'we have enough money for our needs without particular budgeting'; The 'wealthy' category consisted of one answer: 'we can afford some luxury'. [2] Physical activity at work or at school was categorised as follows: low—over 70% of time sedentary; moderate—about 50% of time sedentary and 50% active; higher—about 70% of time active or physical labour of high intensity; [3] Recreational physical activity was categorised as follows: low – mostly sedentary, watching TV, reading newspapers/book, light house works, walking for 1–2 h a week; moderate—walking, cycling, exercise, gardening, or other light intensity physical activity for 2–3 h a week; higher—cycling, running, gardening, or other sport activities that require physical activity for more than 3 h a week; [4] Screen time was assessed using the question: 'How many hours a day (on average) do you spend watching TV or using a computer (including work)?' Statistical significance (Person's chi-squared test): ** $p < 0.01$, **** $p < 0.0001$; ns—statistically insignificant.

Overweight was found in approx. 45% of men, central obesity in approx. 40%, while general obesity measured with body fat content in approx. 32% (Table 3). Among the metabolic outcomes, the most common abnormality was elevated TC (approx. 34%), followed by elevated TG (approx. 30%), and FBG (approx. 11%). Elevated diastolic or systolic blood pressure was found in almost 40% of the sample, and two or more metabolic abnormalities in just over 20% of the study sample.

Table 2. Sample characteristic by dietary behaviours (n = 358).

Foods [1]	Frequency Consumption (% of the Sample)					
	Never	1–3 Times a Month	Once a Week	Few Times a Week	Once a Day	Few Times a Day
Butter	12.3	10.1	6.1	18.7	29.9	22.9
Refined bread	4.5	14.2	14.5	25.4	22.6	18.7
Vegetables	0.8	2.2	7.5	34.9	35.8	18.7
Milk	7.3	10.6	12.0	28.5	25.1	16.5
Fruit	0.0	3.9	12.6	33.2	35.2	15.1
Processed meats	3.1	3.1	12.0	41.3	29.6	10.9
Wholemeal bread	5.3	16.8	17.3	32.1	18.7	9.8
Refined groats	2.0	13.4	27.4	40.5	11.2	5.6
Sweets	2.5	12.8	24.9	32.4	22.9	4.5
Eggs	1.7	8.9	24.0	45.3	15.4	4.7
Fermented milk beverages	6.7	21.5	17.9	32.1	17.6	4.2
Sweetened drinks	12.6	38.3	20.1	17.3	7.8	3.9
White meats	1.4	4.5	13.7	62.8	14.0	3.6
Cheese	3.4	9.5	19.8	47.8	16.8	2.8
Cottage cheese	7.8	20.7	27.7	33.5	7.5	2.8
Fried foods	1.4	7.5	19.3	52.8	16.8	2.2
Wholemeal groats	7.0	32.7	21.5	27.1	9.8	2.0
Red meats	3.1	22.1	23.5	41.3	8.9	1.1
Energy drinks	50.8	34.1	6.7	7.3	0.6	0.6
Fish	3.4	37.2	41.3	15.9	1.7	0.6
Alcohol	5.3	35.8	37.7	19.3	1.7	0.3
Fast foods	9.5	64.2	18.7	7.0	0.3	0.3
Lard	62.0	26.3	6.7	4.5	0.3	0.3
Legumes	10.3	56.1	23.2	8.4	1.7	0.3
Tinned meats	41.3	45.8	9,5	2.2	1.1	0.0

[1] Foods sorted by sample percentages of 'few times a day' category.

Table 3. Sample characteristic by the occurrence of adiposity and metabolic abnormalities and age groups: means (SD) and sample percentage distribution (%).

Variables	Total	Age Groups		p-Value
		19–30 Years	31–40 Years	
Number of subjects	358	176	182	
Age (years): mean (SD)	30.1 (5.9)	24.8 (3.2)	35.2 (2.5)	****
Adiposity outcomes: mean (SD)				
BMI (kg/m^2)	26.0 (3.7)	25.3 (3.8)	26.6 (3.4)	***
WC (cm)	89.9 (10.4)	87.4 (10.4)	92.4 (9.9)	****
WHtR (-)	0.50 (0.06)	0.48 (0.06)	0.51 (0.06)	****
Body fat (%)	22.2 (6.8)	20.5 (7.1)	23.9 (6.1)	****
Visceral fat tissue (l)	1.96 (2.21)	1.60 (1.88)	2.30 (2.44)	**
Skeletal muscle mass (%)	36.8 (4.0)	37.8 (4.2)	35.9 (3.5)	****
Adiposity outcomes: percentage of the sample (%)				
Overweight (BMI = 25-29.9 kg/m^2)	45.5	37.5	53.3	**
Central obesity (WHtR ≥ 0.5)	40.5	26.1	54.4	****
General obesity (Body fat ≥ 25%)	32.4	23.3	41.2	****
Excess of visceral fat tissue (≥ Me, i.e., 1.565 l)	50.6	36.4	64.3	****
Increased skeletal muscle mass (≥ Me, i.e., 37%)	50.0	61.9	38.5	****
Metabolic outcomes: mean (SD)				
FBG (mg/dL)	85.0 (13.4)	84.1 (12.6)	85.9 (14.1)	ns
TG (mg/dL)	143.1 (99.3)	126.7 (77.7)	159.0 (114.5)	**
TC (mg/dL)	185.6 (40.2)	175.2 (40.4)	195.7 (37.5)	****
SBP (mmHg)	126.1 (12.0)	125.1 (11.9)	127.1 (12.1)	ns
DBP (mmHg)	77.4 (9.5)	74.1 (9.0)	80.6 (8.9)	****

Table 3. *Cont.*

Variables	Total	Age Groups		*p*-Value
		19–30 Years	31–40 Years	
Metabolic outcomes: percentage of the sample (%)				
Elevated FBG (≥ 100 mg/dL)	10.6	8.5	12.6	ns
Elevated TG (≥ 150 mg/dL)	29.6	24.4	34.6	ns
Elevated TC (≥ 200 mg/dL)	34.1	23.3	44.5	***
Elevated SBP (≥ 130 mmHg) or DBP (≥ 85 mmHg)	39.9	35.2	44.5	
No metabolic abnormalities	27.9	37.5	18.7	***
1 metabolic abnormality	41.3	42.0	40.7	ns
2 metabolic abnormalities	20.7	12.5	28.6	****
3 metabolic abnormalities	8.7	7.4	9.9	ns
All metabolic abnormalities	1.4	0.6	2.2	ns

BMI—body mass index; WC—waist circumference, WHtR—waist to height ratio; DBP—diastolic blood pressure; FBG—fasting blood glucose; TG—triglycerides; TC—total cholesterol; SBP—systolic blood pressure; SD—standard deviation. Statistical significance (T test or Person's chi-squared test): ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, **** $p < 0.0001$; ns—statistically insignificant.

3.2. Dietary-Lifestyle Patterns

Four dietary-lifestyle patterns were derived with a total variance explained of 32.2% (Figure 2, Table 4; Supplementary Material: Table S2). The "Protein food, fried-food, and recreational physical activity" pattern was characterized by the frequent consumption of white meats (factor loading = 0.70), refined groats (0.65), eggs (0.57), red meats (0.51), fried foods (0.49), wholemeal groats and (0.37), as well as more frequent meals throughout the day (0.37) and a higher level of recreational physical activity (0.31). The "Sandwiches and convenient diet" pattern was characterized by the frequent consumption of processed meats (0.72), white bread (0.63), butter (0.60), cheese (0.56), sweets (0.39), tinned meats (0.33), and red meats (0.30). The "Fast foods and stimulants" pattern was characterized by frequent consumption of sweetened beverages (0.58), energy drinks (0.52), alcohol (0.46), fast foods (0.39), and less frequent consumption of fruit (−0.42) and vegetables (−0.31). Men from this pattern were also described as current (0.62) and/or former (0.45) smokers. The "Healthy diet, active, past smokers" pattern was characterized by the frequent consumption of fruit (0.57), vegetables (0.54), fermented milk beverages (0.53), wholegrain bread (0.48), fish (0.46), cottage cheese (0.43), milk (0.42), wholegrain groats (0.38), and legumes (0.37), as well as more frequent meals throughout the day (0.40), former smoking (0.37), and higher level of physical activity at work or school (0.38) and in the recreational time (0.30).

The Supplementary Material (Tables S3–S6) present the medians (interquartile range) and sample distribution (%) of DLP components by adherence to each dietary-lifestyle pattern.

3.3. Associations between DLPs and Adiposity and Metabolic Outcomes

In the adjusted model, higher subjects' adherence (upper vs. bottom tertile as reference) to the "Protein food, fried-food and recreational physical activity" pattern was associated with higher odds of overweight (OR 2.22, 95% CI: 1.19–4.15) and increased skeletal muscle mass (2.02, 1.17–3.50), and lower odds of: general obesity (0.23, 0.11–0.45), excessive visceral fat tissue (0.45, 0.26–0.79), and elevated TC (0.44, 0.25–0.79). Higher subjects' adherence to "Healthy diet, active, past smokers" pattern was associated with higher odds of overweight (3.35, 1.82–6.18) and lower odds of: general obesity (0.38, 0.19–0.74), excessive visceral fat tissue (0.51, 0.29–0.89), and elevated FBG (0.32, 0.11–0.92). Higher subjects' adherence to the "Sandwiches and convenient diet" pattern was associated with higher odds of: central obesity (1.99, 1.14–3.47), general obesity (3.45, 1.77–6.83), excessive visceral fat tissue (2.59, 1.48–4.54), elevated TC (2.72,1.53–4.86), elevated TG (1.87, 1.03–3.39), occurrence at least two metabolic abnormalities 2.54 (1.20-5.39), and lower odds of increased skeletal muscle mass (0.53, 0.31–0.90). Higher subjects' adherence to the "Fast foods and stimulants" pattern was associated with higher odds of central obesity (2.07, 1.13–3.78), general obesity (4.76, 2.10–10.74), excessive visceral fat tissue (3.17, 1.65–5.98), and lower odds of increased skeletal muscle mass (0.48, 0.27–0.86) (Tables 5 and 6).

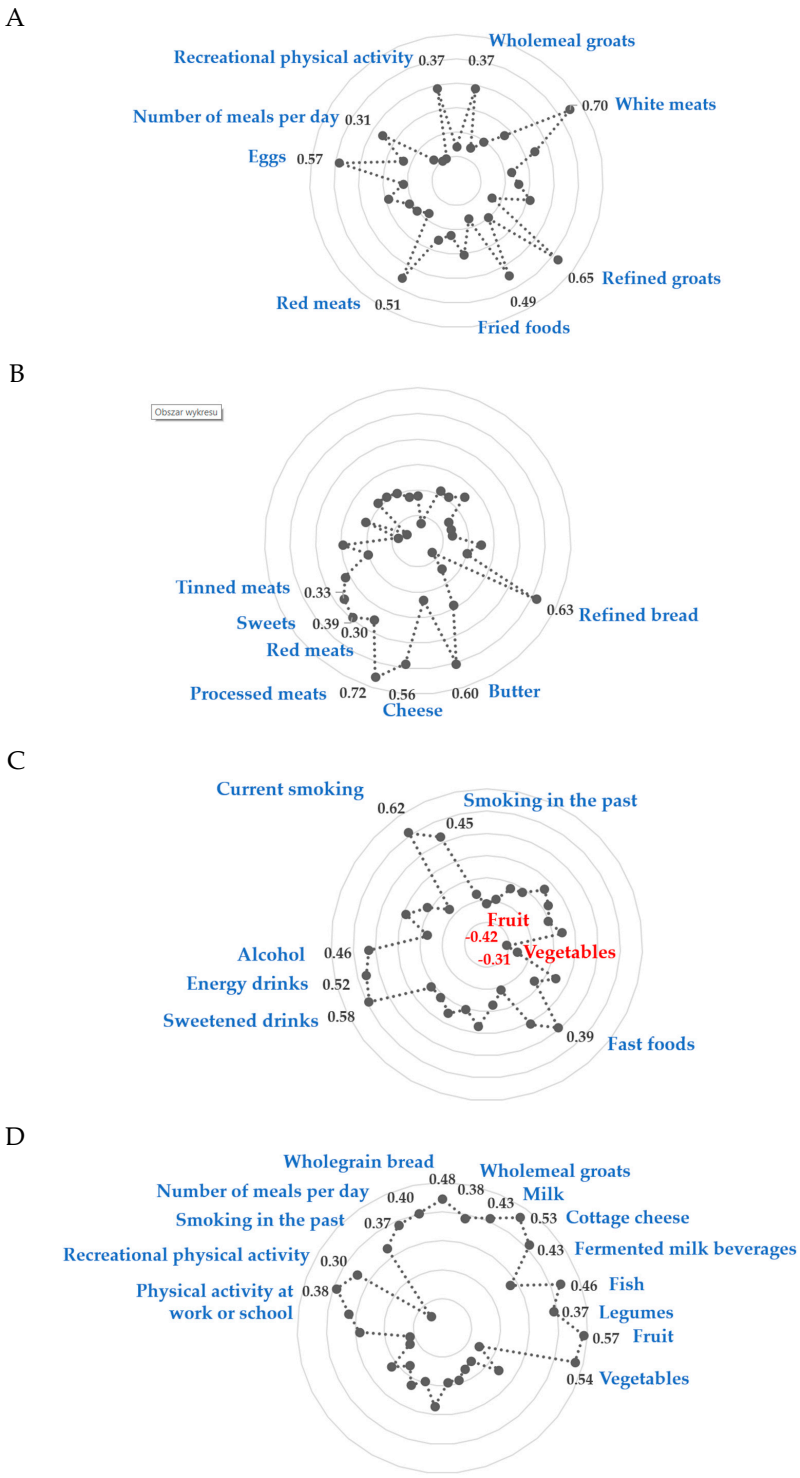


Figure 2. Diagrams of factor loadings that characterise each dietary-lifestyle pattern identified with principal component analysis. (**A**)—"Protein food, fried-food and recreational physical activity" pattern; (**B**)—""Sandwiches and convenient diet" pattern; (**C**)—""Fast foods and stimulants" pattern; (**D**)—""Healthy diet, active, past smokers" pattern; Only factor loadings of >|0.30| are shown for simplicity. Total variance explained by four dietary-lifestyle patterns is 32.2%. The factor loadings for "lard" and "screen time" were <|0.30| in all factors, hence the data are not shown.

Table 4. Distribution of dietary and lifestyle components of dietary-lifestyle patterns (DLPs) across higher adherence to the DLPs (% of the sample).

Components [1] of DLPs	Higher Adherence to the DLPs				Significance of the Relation between the DLPs
	Protein Food, Fried-Food and Recreational Physical Activity (A)	Sandwiches and Convenient Diet (B)	Fast Foods and Stimulants (C)	Healthy Diet, Active, Past Smokers (D)	
Number of the subjects	121	121	121	121	
Frequency consumption of:					
White meats—at least once a day	**45**	11	17	33	A or D > C or B
Refined groats—at least once a day	**43**	7	12	28	A > D > C or B
Eggs—at least once a day	**47**	6	17	36	A or D > C > B
Red meats—at least once a day	**21**	**15**	12	14	ns
Fried foods—at least once a day	**35**	25	27	18	A > D
Wholemeal groats—at least once a day	**26**	4	5	**26**	A or D > B or C
Processed meats—at least once a day	36	**79**	45	36	B > C > A or D
Refined bread—at least once a day	30	**78**	55	26	B > C > A or D
Butter—at least once a day	45	**80**	50	45	B > C or A or D
Cheese—at least once a day	21	**42**	27	18	B > C or A or D
Sweets—at least once a day	19	**45**	30	22	B > C or A or D; C > A
Tinned meats—at least 1–3 times/week	1	**8**	3	3	B > A
Sweetened drinks—at least once a day	11	22	**29**	7	C > A or D; B > A or D
Energy drinks—at least 1–3 times/week	12	8	**21**	3	C > B or D; A > D
Alcohol—at least 1–3 times/week	23	31	**44**	21	C > B or A or D
Fast foods—at least 1–3 times/week	7	9	**18**	2	C > B or A or D; B > D
Fruit—at least once a day	69	53	33	**78**	D > B > C; A > B > C
Vegetables—at least once a day	74	58	40	**81**	D > B > C; A > B > C
Fermented milk beverages—at least once a day	36	17	21	**43**	D > C or B; A > C or B
Wholemeal bread—at least once a day	35	24	20	**55**	D > A > C
Fish—at least 1–3 times/week	34	12	15	**40**	D > C or B; A > C or B
Cottage cheese—at least once a day	19	12	11	**19**	ns
Milk—at least once a day	44	37	40	**53**	D > C or B
Legumes—at least 1–3 times/week	17	6	8	**25**	D > C or B; A > C or B
Lard—at least 1–3 times/week	8	4	3	7	ns
Lifestyles behaviours					
5 or more meals per day	**47**	18	19	**46**	A or D > B or C
High recreational physical activity	**64**	28	41	**59**	A or D > C > B
Current smoking	35	22	**44**	21	C or A > B or D
Smoking in the past	35	45	**64**	53	C > B or A; D >A
High physical activity at work or at school	27	19	26	**31**	D > B
Screen time ≥8 h	16	34	20	16	B > C or A or D

[1] Components of DLPs are sorted by loading factors (drawn from principal component analysis) from 1st to 4th dietary-lifestyle pattern within dietary components and lifestyle components (see Table S2 in Supplementary Material). Chosen categories of components of DLPs are presented. **Bold font** presents numerical data related to components of DLPs with factor loadings ≥ 0.30 (see Table S2 in Supplementary Material). Statistical significance (Person's chi-squared test) at $p < 0.05$.

Table 5. Adjusted [1] associations between dietary-lifestyle patterns (DLPs) and adiposity (n = 358): odds ratios (95% Confidence Intervals).

Adherence [2] to DLPs	Overweight (BMI = 25–29.9 kg/m^2)	Central Obesity (WHtR ≥ 0.5)	General Obesity (Body Fat ≥ 25%)	Excess of Visceral Fat Tissue (≥ Me, i.e., 1.565 l)	Increased Skeletal Muscle Mass (≥ Me, i.e., 37%)
	Ref.: 18.5–24.9 kg/m^2	Ref.: < 0.5	Ref.: < 20%	Ref.: < Me	Ref.: < Me
Protein food, fried-food and recreational physical activity DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	1.02 (0.56; 1.86)	0.54 ** (0.31; 0.95)	0.55 (0.28; 1.09)	0.56 * (0.32; 0.99)	1.53 (0.88;2.66)
Higher	2.22 * (1.19; 4.15)	0.65 (0.37; 1.13)	0.23 **** (0.11; 0.45)	0.45 ** (0.26; 0.79)	2.02 * (1.17; 3.50)
Sandwiches and convenient diet DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	0.71 (0.39; 1.28)	1.18 (0.67; 2.09)	2.27 * (1.12; 4.59)	1.87 * (1.06; 3.31)	0.54 * (0.31;0.94)
Higher	0.68 (0.39; 1.21)	1.99 * (1.14; 3.47)	3.45 **** (1.77; 6.83)	2.59 *** (1.48; 4.54)	0.53 * (0.31; 0.90)
Fast foods and stimulants DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	0.89 (0.51; 1.56)	1.42 (0.81; 2.49)	1.84 (0.92; 3.65)	1.68 (0.95; 2.95)	0.81 (0.48; 1.39)
Higher	0.91 (0.50; 1.65)	2.07 * (1.13; 3.78)	4.76 *** (2.10; 10.74)	3.17 *** (1.68; 5.98)	0.48 * (0.27; 0.86)
Healthy diet, active at work, past smokers DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	1.71 (0.94; 3.10)	1.28 (0.73; 2.25)	0.73 (0.37; 1.48)	0.98 (0.55; 1.76)	0.97 (0.55; 1.69)
Higher	3.35 **** (1.82; 6.18)	0.79 (0.45; 1.39)	0.38 ** (0.19; 0.74)	0.51 * (0.29; 0.89)	1.47 (0.86; 2.51)

[1] Odds ratios adjusted for age (continuous variable), place of residence (categorical variable), financial situation (categorical variable) and education (categorical variable); [2] Adherence to the DLP is based on subjects' tertile distribution: bottom tertile = lower adherence (used as the reference), middle tertile = moderate adherence, upper tertile = higher adherence; BMI—body mass index; WHtR—waist to height ratio; Me—median; Statistical significance (Wald test): * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, **** $p < 0.0001$.

Table 6. Adjusted [1] associations between dietary-lifestyle patterns (DLPs) and metabolic abnormalities (n = 358): odds ratios (95% Confidence Intervals).

Adherence [2] to DLPs	Elevated FBG (≥ 100 mg/dL)	Elevated TG (≥ 150 mg/dL)	Elevated TC (≥ 200 mg/dL)	Elevated SBP (≥ 130 mmHg) or DBP (≥ 85 mmHg)	At Least 2 Metabolic Abnormalities
	Ref.: < 100 mg/dL	Ref.: < 150 mg/dL	Ref.: < 200 mg/dL	Ref.: SBP < 130 and DBP < 85	Ref.: No Metabolic Abnormalities
Protein food, fried-food and recreational physical activity DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	0.78 (0.32; 1.91)	0.57 (0.32; 1.01)	0.58 (0.33; 1.02)	0.88 (0.51; 1.52)	0.36 * (0.16; 0.79)
Higher	1.05 (0.43; 2.57)	0.63 (0.35; 1.13)	0.44 ** (0.25; 0.79)	1.15 (0.67; 1.99)	0.49 (0.23; 1.06)
Sandwiches and convenient diet DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	2.15 (0.84; 5.49)	2.07 * (1.13; 3.79)	1.28 (0.70; 2.32)	0.62 (0.37; 1.07)	1.32 (0.62; 2.83)
Higher	1.78 (0.69; 4.64)	1.87 * (1.03; 3.39)	2.72 *** (1.53; 4.86)	0.83 (0.48; 1.41)	2.54 * (1.20;5.39)
Fast foods and stimulants DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	1.11 (0.45; 2.75)	0.90 (0.50; 1.61)	1.40 (0.80; 2.45)	0.86 (0.50; 1.47)	1.02 (0.48; 2.14)
Higher	1.23 (0.50; 3.04)	1.68 (0.92; 3.05)	1.59 (0.88; 2.89)	1.41 (0.82; 2.43)	1.41 (0.66; 3.01)
Healthy diet, active at work, past smokers DLP					
Lower	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Moderate	1.14 (0.51; 2.54)	1.02 (0.57; 1.81)	0.88 (0.50; 1.56)	0.83 (0.49; 1.42)	0.72 (0.34; 1.54)
Higher	0.32 * (0.11; 0.92)	0.99 (0.54; 1.83)	0.76 (0.43; 1.35)	0.90 (0.53; 1.52)	0.64 (0.29; 1.40)

[1] Odds ratios adjusted for age (continuous variable), place of residence (categorical variable), financial situation (categorical variable) and education (categorical variable); [2] Adherence to the DLP is based on subjects' tertile distribution: bottom tertile = lower adherence (used as the reference), middle tertile = moderate adherence, upper tertile = higher adherence; FBG—fasting blood glucose; TG—triglycerides; TC—total cholesterol; SBP—systolic blood pressure; DBP—diastolic blood pressure; Statistical significance (Wald test): * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

The Supplementary Material presents the occurrence of adiposity and metabolic abnormalities (%) by adherence to each dietary-lifestyle pattern as well as crude associations (unadjusted models) between dietary-lifestyle patterns (DLPs) and adiposity and metabolic abnormalities (Tables S7–S9).

4. Discussion

Among the derived patterns, only the "Fast foods and stimulants" pattern was consistent in terms of combining unhealthy dietary and lifestyle behaviours. Two patterns were composed of mixed behaviours, e.g., healthy diet with some unhealthy lifestyle behaviours from the past ("Healthy diet, active at work, past smokers") or healthy lifestyle with only a relatively healthy diet ("Protein food, fried-food, and recreational physical activity"). The "Sandwiches and convenient diet" pattern did not include any of the lifestyle components. The results of this study revealed that dietary-lifestyle patterns are associated with adiposity and metabolic health outcomes in young men. An increased risk of obesity was observed among men with high adherence to the "Fast foods and stimulant" and the "Sandwiches and convenient diet" patterns, with the latter also being associated with the occurrence of metabolic abnormalities. "Protein food, fried-food and recreational physical activity" and "Healthy diet, active, past smokers" patterns were associated with a reduced risk of obesity and metabolic abnormalities.

The use of a data-driven approach facilitated the identification of new, unique patterns of dietary and lifestyle behaviours in young men. Surprisingly, in this sex- and age-specific sample, dietary behaviours were not entirely comparable with dietary patterns that were previously described in the literature (such as "Western" or "Traditional" pattern) [30,31]. Only the dietary components of "Healthy diet, active at work, past smokers" DLP were consistent with the composition of a dietary pattern commonly labelled as "Prudent" [32,33]. Nevertheless, despite some similarities, the comparison to previous reports is limited, since the patterns derived in the current study were also composed of lifestyle components—absent in the traditional approach of studying dietary patterns.

The "Protein food, fried-food, and recreational physical activity" pattern that was composed of predominantly dietary sources of protein was complemented by a high level of recreational physical activity and consuming a higher number of meals a day. This specific pattern of dietary-lifestyle behaviours was associated with the most desirable body composition parameters. The men from this pattern were more likely to be overweight according to BMI, however extra body weight was not a result of excessive body fat content (odds ratio: 0.23) or central obesity (by WC: 0.39), but it was attributed to the higher skeletal muscle mass (2.02). The components of this pattern suggest that men from this group complemented their recreational physical activity with a diet high in protein, presumably to enhance the muscle protein synthesis during exercising. The adherence to this dietary pattern was also associated with reduced risk of elevated total cholesterol (by 54%), which suggested the potential health-promoting effect on the blood lipid profile. Interestingly, this pattern was also comprised of less-desirable components, such as fried-foods, indicating that there were areas worthwhile addressing, perhaps while formulating the recommendation for this group, e.g., opting for grilled meat or partially replacing it with plant-based proteins, found in legumes. Furthermore, including more fruit and vegetables in the diet could contribute to reducing the oxidative stress that is associated with exercise [34]. Nevertheless, the observations within this pattern allow for a hypothesis that physical activity might mitigate the effects of some dietary behaviours that are not in line with dietary guidelines.

This observation was somewhat confirmed when analysing the associations between "Healthy diet, active, past smokers" and adiposity-metabolic outcomes. The dietary components of this pattern most closely matched the profile of dietary guidelines, and they were complemented by a higher level of occupational and recreational physical activity, and regular meals. Interestingly, men with the highest adherence to this pattern were also characterised as former smokers, which indicated that a behavioural change had occurred at some point in their lives, directing them towards a healthier lifestyle. The potentially alleviating effect of physical activity combined with healthy diet was observed

in this pattern and it was reflected in the lower odds of central obesity (by WC: 0.33), excessive body fat content (0.38) and lower volume of visceral fat tissue (0.51), as well as lower risk of elevated blood glucose level (0.32). Similarly to the previously described pattern, a higher risk of being overweight (3.35) was observed in this group, which suggested that the sole use of BMI is not sufficient for identifying adiposity-related risks.

The two patterns that were associated with negative health outcomes were: "Sandwiches and convenient diet" and "Fast food and stimulants". Men with higher adherence to the "Sandwiches and convenient diet" pattern had higher odds of central obesity (by WC: 2.78), excessive body fat content (3.45), an excessive volume of visceral fat (2.59), accompanied by lower skeletal muscle mass (0.53). Interestingly, the high adherence to this pattern was not reflected in the adiposity risks that were assessed with BMI. This is of particular concern, since it is the most commonly used assessment in clinical practice [35]. In this group of men, muscle mass was compensated with adipose tissue (most likely centrally accumulated), which resulted in the absence of clear external clues; in the literature, this phenotype is often described as TOFI (thin-on-the-outside fat-on-the-inside) [36]. Therefore, the self-perceived obesity risk or health risks that were assessed in the medical setting could have been masked, and not addressed with additional screening. As expected, men with a high adherence to this pattern had the least favourable metabolic profile, with a high risk of elevated total cholesterol (2.72) and triglycerides (1.87) concentrations. This was the only pattern without the lifestyle components, which suggested that this group might not have been homogenous enough to reveal any correlations between lifestyle and dietary behaviours. However, when the percentage distribution of study sample across the tertiles of this DLPs was analysed (Supplementary Material: Table S4), it can be observed that these men were characterised by a low level of physical activity at work and in their free time. It could be hypothesized that men from this pattern had a sedentary type of job and displayed low interest (or lack of time) in physical activity after work. Inactive behaviour was complemented with a convenient diet, which was composed of bread, butter, cheese, processed meats, and sweets, which suggested low diet variety and snacking throughout the day.

A pattern with the most undesirable dietary-lifestyle composition was characterised by the frequent intake of sweetened beverages, energy drinks, alcohol, and fast foods, along with current and past smoking, hence it was labelled "Fast foods and stimulants'. Surprisingly, the associations with this pattern were only significant in terms of adiposity, but not with metabolic outcomes. Men with higher adherence to this pattern were more likely to be obese (by BMI: 3.17; WC: 3.60), had high body fat content (4.76) and excessive visceral fat tissue (3.17), and lower odds of higher muscle mass (0.48). The clustering of unhealthy dietary behaviours is not uncommon. Previous studies concluded, that, particularly in men, unhealthy diet clusters with substance use, which might have psychological, social or biological background [37]. Perhaps, the age of men from this pattern played a role in postponing health-related consequences.

4.1. Strengths and Limitations

To our knowledge, this is the first study to examine the associations between a broad range of dietary (25 variables) and lifestyle (6) behaviours and metabolic health in the population of adult men under 40. The study used multiple measures to assess adiposity status (including the assessment of body composition using bioelectrical impedance technique with body composition analyser SECA mBCA 515), thus confirming that a sole use of BMI might not detect early risks, especially if a higher body mass results from a higher content of muscle mass.

Despite the moderate number of subjects (> 350), the sample size met the criteria for performing multidimensional statistical analysis that requires 'big data', i.e., the recommended 10:1 subject-to-item ratio for principal component analysis; in our study the ratio was 11.5:1, i.e., 358 of subjects, 31 of input variables [38]. The sample size was also sufficient for regression analysis, including the 'one in ten rule', for all of the independent variables. Furthermore, minimal sample size was calculated before conducting the study and, next, its adequacy was checked for data covering all study participants

(n = 358). The post-hoc statistical power was calculated. For example, when compared the occurrence of overweight (39.8% vs. 55.4%), central obesity (52.2% vs. 35.5%), excess of visceral fat tissue (64.4% vs. 39.7%), elevated TG (38.1% vs. 25.6%), or at least two metabolic abnormalities for extreme groups of adherence, assuming a 5% significance level, the statistical power was 68%, 74%, 97%, 55%, or 86%, respectively. In general, we have found that the sample size (n = 358) was sufficient for detecting differences between groups, if they exist, with one exception. The occurrence of elevated FBG requires a larger sample to detect the differences between groups, if they exist (for our data power 10% to 38%), so these data should be interpreted with caution.

The main limitation of our study is the use of the descriptive qualitative food frequency questionnaire (FFQ). This type of questionnaire does not provide information on the estimated portion sizes, but it is widely used in studying dietary patterns, particularly in settings with limited resources [39]. In Poland, there is only one validated semi-quantitative FFQ [40], however the process of data collection with the use of this questionnaire is estimated to last between 3 to 4 h, which, from our past experience, was discouraging to the respondents, compromising the quality of the reported data. This, combined with extra time spent on data collection regarding socioeconomic status, medical history, as well as blood tests and anthropometric measures, would result in a lower participation level. Hence, we used a validated descriptive qualitative FFQ to minimise respondents' burden and increase the level of participation in the study, which, despite its limitations, is a quicker, inexpensive method, previously shown to be correlated with data that were obtained with semi-quantitative FFQs [41–44].

Secondly, our estimations would be more precise and have higher external validity if a larger, representative sample was recruited. It is uncertain how closely the recruited sample represents the general population of Polish men 19-40-years-old, since it was not possible to carry out comparative statistical analysis for demographic and socioeconomic variables (education, financial situation, residence), due to the lack of national data for this specific subsample. The same applies to the occurrence of adiposity and metabolic abnormalities. Nevertheless, the association of the specific patterns with adiposity and metabolic abnormalities can be still analysed and its potential physiological mechanisms may be further investigated.

Finally, it would be interesting to investigate the associations of the derived dietary-lifestyle patterns with more advanced markers of metabolic health, such as detailed blood lipid profile (high-density lipoproteins-HDL and low-density lipoproteins-LDL), hemoglobin A1c, and insulin levels, as well as inflammation markers (e.g., interleukin-6, C-reactive protein) [45,46]. However, the main aim of the current study was to identify dietary-lifestyle patterns in the population of men <40 and verify the associations with metabolic health, as measured with the simple, inexpensive tests, listed as signposts of metabolic syndrome and commonly used in general medical practice. We hope that our results provide a good basis for other researchers to design further investigations that combine dietary-lifestyle patterns with more advanced biochemical markers.

4.2. Practical Implications

We believe that the results of our study have practical implications. Analysing the complex matrix of lifestyle behaviours reveals its multicomponent and interconnected nature, which is not always apparent. There is a possibility that the traditional approach in developing healthy lifestyle messages might not meet the needs of certain groups of men. A better understanding of these matrices of dietary and lifestyle behaviours in the targeted population might result in developing more effective interventions, by correcting specific behaviours rather than the entire lifestyle.

Although the results of our study are an important literature contribution for both parties, public health nutritionists, and clinicians, the findings do not have direct application in clinical practice. The accurate mapping of dietary-lifestyle behaviours can serve as a tool for formulating evidence-based recommendations, hence its application is more suitable for preventative care and health education purposes. The main goal of our analysis was to investigate which combination of behaviours stipulate the highest risk of metabolic abnormalities. Having this knowledge will help to predict, for example,

that men <40 years old who smoke cigarettes, are very likely to drink energy drinks and eat fast-foods. Hence, instead of providing standard dietary recommendations (e.g., increasing fruit and vegetable intake etc.), perhaps more focus should be first placed on identifying how to tackle stimulant use, and then the second step could include a gradual introduction of traditional dietary and lifestyle recommendations. However, knowledge regarding which messages are effective for this group would have to be evaluated in a separate study. The current paper only provides a population characteristics and theoretical framework.

5. Conclusions

The novelty of our study lies in the identification of unique sets of coexisting dietary and lifestyle behaviours in the population of men under 40 years old. Furthermore, these previously unmapped mixtures of behaviours were associated with adiposity and metabolic health outcomes. In the study sample, the interrelations between diet and lifestyle behaviours were reflected in three out of four patterns. Interestingly, none of the patterns could be recognised as being unequivocally healthy. Our findings strengthen previous evidence showing the association of healthy diet and active lifestyle with a declined occurrence of adiposity and metabolic abnormalities. An unexpected result is that healthy diet attempts combined with active lifestyle, at work or leisure time, were associated with a reduced risk of adiposity and metabolic abnormalities, despite some unhealthy components, like former smoking ("Healthy diet, active at work, past smokers") or fried-food consumption ("Protein food, fried-food and recreational physical activity"). On the contrary, patterns that were composed of undesirable dietary behaviours solely ("Sandwiches and convenient diet"), as well as poor diet combined with stimulant use ("Fast foods and stimulants"), were associated with higher adiposity and worse metabolic health, despite the relatively young age of the study participants.

Similarly to research investigating the synergies between singular nutrients found in foods [47], there is a need for exploring the synergies between diet and other lifestyle behaviours, and the associations of these complex matrices with adiposity and metabolic health. Thus, our results give rise to the design of further investigation by other researchers. Further studies could investigate a wider range of metabolic health markers as an outcome of dietary-lifestyle patterns.

Supplementary Materials: The following are available online at http://www.mdpi.com/2072-6643/12/3/751/s1, Table S1: Sample characteristic by dietary behaviours and age groups. Table S2: Matrix of factor loadings of PCA-driven dietary-lifestyle patterns identified in the sample (n = 358). Table S3: Protein food, fried-food and recreational physical activity dietary-lifestyle pattern (DLP): median (interquartile range) or sample distribution (%) of DLP components by adherence to this DLP (n = 358). Table S4: Sandwiches and convenient diet dietary-lifestyle pattern (DLP): median (interquartile range) or sample distribution (%) of DLP components by adherence to this DLP (n = 358). Table S5: Fast foods and stimulants dietary-lifestyle pattern (DLP): median (interquartile range) or sample distribution (%) of DLP components by adherence to this DLP (n = 358). Table S6: Healthy diet, active, past smokers dietary-lifestyle pattern (DLP): median (interquartile range) or sample distribution (%) of DLP components by adherence to this pattern (n = 358). Table S7: Occurrence of adiposity and metabolic abnormalities (%) by adherence to the dietary-lifestyle patterns in the study sample (n = 358). Table S8: Crude associations between dietary-lifestyle patterns (DLPs) and adiposity (n = 358): odds ratios (95% Confidence Intervals (95% CIs). Table S9: Crude associations between dietary-lifestyle patterns (DLPs) and metabolic abnormalities (n = 358): odds ratios (95% Confidence Intervals (95% CI).

Author Contributions: Conceptualization, M.L., L.W. and E.B.-S.; methodology, M.L., L.W. and E.B.-S.; formal analysis, M.L.; investigation, M.L.; data curation, M.L; writing—original draft preparation, M.L. and L.W.; writing—review and editing, M.L. and L.W.; visualization, M.L. and L.W.; supervision, L.W. and E.B.-S.; project administration, M.L; funding acquisition, M.L. and L.W. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: Project financially supported by Minister of Science and Higher Education in the range of the program entitled "Regional Initiative of Excellence" for the years 2019-2022, Project No. 010/RID/2018/19, amount of funding 12.000.000 PLN.

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

References

1. Olson, J.S.; Hummer, R.A.; Harris, K.M. Gender and Health Behavior Clustering among U.S. Young Adults. *Biodemogr. Soc. Biol.* **2017**, *63*, 3–20. [CrossRef] [PubMed]
2. Lawrence, E.M.; Mollborn, S.; Hummer, R.A. Health lifestyles across the transition to adulthood: Implications for health. *Soc. Sci. Med.* **2017**, *193*, 23–32. [CrossRef] [PubMed]
3. Nutrition Evidence Library. *A Series of Systematic Reviews on the Relationship between Dietary Patterns and Health Outcomes*; U.S. Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion: Alexandria, VA, USA, 2014.
4. European Commission. The State of Men's Health in Europe: Extended Report, Luxembourg, European Commission. 2011. Available online: http://ec.europa.eu/health/population_groups/docs/men_health_extended_en.pdf (accessed on 5 March 2020).
5. World Health Organization (WHO). Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020. 2013. Available online: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/94384/1/9789241506236_eng.pdf (accessed on 5 March 2020).
6. White, A.; McKee, M.; de Sousa, B.; de Visser, R.; Hogston, R.; Madsen, S.A.; Makara, P.; Richardson, N.; Zatoński, W.; Raine, G. An examination of the association between premature mortality and life expectancy among men in Europe. *Eur. J. Public Health* **2014**, *24*, 673–679. [CrossRef] [PubMed]
7. Chella Krishnan, K.; Mehrabian, M.; Lusis, A.J. Sex differences in metabolism and cardiometabolic disorders. *Curr. Opin. Lipidol.* **2018**, *29*, 404–410. [CrossRef] [PubMed]
8. Bingham, C.M.L.; Jallinoja, P.; Lahti-Koski, M.; Absetz, P.; Paturi, M.; Pihlajamäki, H.; Sahi, T.; Uutela, A. Quality of diet and food choices of Finnish young men: A sociodemographic and health behaviour approach. *Public Health Nutr.* **2010**, *13*, 980–986. [CrossRef]
9. El Ansari, W.; Stock, C.; Mikolajczyk, R.T. Relationships between food consumption and living arrangements among university students in four European countries—A cross-sectional study. *Nutr. J.* **2012**, *11*, 28. [CrossRef]
10. Zadarko-Domaradzka, M.; Barabasz, Z.; Sobolewski, M.; Nizioł-Babiarz, E.; Penar-Zadarko, B.; Szybisty, A.; Zadarko, E. Alcohol Consumption and Risky Drinking Patterns among College Students from Selected Countries of the Carpathian Euroregion. *BioMed Res. Int.* **2018**, *2018*, 6084541. [CrossRef]
11. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). Poland: Country Drug Report. 2019. Available online: http://www.emcdda.europa.eu/countries/drug-reports/2019/poland/drug-use_en (accessed on 15 November 2019).
12. Díaz-Gutiérrez, J.; Ruiz-Canela, M.; Gea, A.; Fernández-Montero, A.; Martínez-González, M.Á. Association between a Healthy Lifestyle Score and the Risk of Cardiovascular Disease in the SUN Cohort. *Rev. Esp. Cardiol. (Engl. Ed.)* **2018**, *71*, 1001–1009. [CrossRef]
13. Hu, F.B. Dietary pattern analysis: A new direction in nutritional epidemiology. *Curr. Opin. Lipidol.* **2002**, *13*, 3–9. [CrossRef]
14. Noble, N.; Paul, C.; Turon, H.; Oldmeadow, C. Which modifiable health risk behaviours are related? A systematic review of the clustering of Smoking, Nutrition, Alcohol and Physical activity ('SNAP') health risk factors. *Prev. Med.* **2015**, *81*, 16–41. [CrossRef]
15. Northstone, K.; Emmett, P. Dietary patterns of men in ALSPAC: Associations with socio-demographic and lifestyle characteristics, nutrient intake and comparison with women's dietary patterns. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2010**, *64*, 978–986. [CrossRef] [PubMed]
16. Greene, G.W.; Schembre, S.M.; White, A.A.; Hoerr, S.L.; Lohse, B.; Shoff, S.; Horacek, T.; Riebe, D.; Patterson, J.; Phillips, B.W.; et al. Identifying clusters of college students at elevated health risk based on eating and exercise behaviors and psychosocial determinants of body weight. *J. Am. Diet Assoc.* **2011**, *111*, 394–400. [CrossRef]
17. Laska, M.N.; Pasch, K.E.; Lust, K.; Story, M.; Ehlinger, E. Latent class analysis of lifestyle characteristics and health risk behaviors among college youth. *Prev. Sci.* **2009**, *10*, 687376–687386. [CrossRef]
18. Levinson, D.J. A conception of adult development. *Am. Psychol.* **1986**, *41*, 3–13. [CrossRef]
19. Gawecki, J. (Ed.) *Dietary Habits and Nutrition Beliefs Questionnaire and the Manual for Developing Nutritional Data*; Committee of Human Nutrition Science, Polish Academy of Sciences: Olsztyn, Poland, 2018.

20. Kowalkowska, J.; Wadolowska, L.; Czarnocinska, J.; Czlapka-Matyasik, M.; Galinski, G.; Jezewska-Zychowicz, M.; Bronkowska, M.; Dlugosz, A.; Loboda, D.; Wyka, J. Reproducibility of a Questionnaire for Dietary Habits, Lifestyle and Nutrition Knowledge Assessment (KomPAN) in Polish Adolescents and Adults. *Nutrients* **2018**, *10*, 1845. [CrossRef] [PubMed]
21. ISAK. *International Standards for Anthropometric Assessment*; International Society for the Advancement of Kinanthropometry: Potchefstroom, South Africa, 2001; Available online: http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf (accessed on 17 July 2018).
22. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ. Technol. Rep. Ser.* **2000**, *894*, 1–253.
23. World Health Organization (WHO). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio*; Report of WHO Expert Consultation; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2008.
24. Dympna, G.; Heymsfield, S.B.; Heo, M.; Jebb, S.; Murgatroyd, P.; Sakamoto, Y. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, *72*, 694–701.
25. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Hypertension in Adults: Diagnosis and managment.Clinical guideline NG136. Available online: https://www.nice.org.uk/guidance/ng136 (accessed on 14 September 2019).
26. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* **2001**, *285*, 2486–2497. [CrossRef]
27. Alberti, K.G.; Zimmet, P.; Shaw, J. Metabolic syndrome—A new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet. Med.* **2006**, *23*, 469–480. [CrossRef]
28. Williams, B.; Mancia, G.; Spiering, W.; Rosei, E.A.; Azizi, M.; Burnier, M.; Clement, D.L.; Coca, A.; de Simone, G.; Dominiczak, A.; et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur. Heart J.* **2018**, *39*, 3021–3104. [CrossRef]
29. Field, A. *Discovering Statistics Using SPSS*, 3rd ed.; Sage Publications: London, UK, 2009.
30. Czekajło, A.; Różańska, D.; Zatońska, K.; Szuba, A.; Regulska-Ilow, B. Association between dietary patterns and metabolic syndrome in the selected population of Polish adults—Results of the PURE Poland Study. *Eur. J. Public Health* **2019**, *29*, 335–340. [CrossRef] [PubMed]
31. Osadnik, T.; Pawlas, N.; Lonnie, M.; Osadnik, K.; Lejawa, M.; Wądołowska, L.; Bujak, K.; Fronczek, M.; Reguła, R.; Gawlita, M.; et al. Family History of Premature Coronary Artery Disease (P-CAD)-A Non-Modifiable Risk Factor? Dietary Patterns of Young Healthy Offspring of P-CAD Patients: A Case-Control Study (MAGNETIC Project). *Nutrients* **2018**, *10*, 1488. [CrossRef]
32. Hu, F.B.; Rimm, E.B.; Stampfer, M.J.; Ascherio, A.; Spiegelman, D.; Willett, W.C. Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, *72*, 912–921. [CrossRef]
33. Rodríguez-Monforte, M.; Flores-Mateo, G.; Sánchez, E. Dietary patterns and CVD: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Br. J. Nutr.* **2015**, *114*, 1341–1359. [CrossRef] [PubMed]
34. Yavari, A.; Javadi, M.; Mirmiran, P.; Bahadoran, Z. Exercise-induced oxidative stress and dietary antioxidants. *Asian J. Sports Med.* **2015**, *6*. [CrossRef] [PubMed]
35. Ortega, F.B.; Sui, X.; Lavie, C.J.; Blair, S.N. Body Mass Index, the Most Widely Used But Also Widely Criticized Index: Would a Criterion Standard Measure of Total Body Fat Be a Better Predictor of Cardiovascular Disease Mortality? *Mayo Clin. Proc.* **2016**, *91*, 443–455. [CrossRef] [PubMed]
36. Thomas, E.L.; Frost, G.; Taylor-Robinson, S.D.; Bell, J.D. Excess body fat in obese and normal-weight subjects. *Nutr. Res. Rev.* **2012**, *25*, 150–161. [CrossRef]
37. Patterson, M.L. Interaction behavior and person perception: An integrative approach. *Small Group Res.* **1994**, *25*, 172–188. [CrossRef]
38. Hatcher, L. *A Step-By-Step Approach to Using the SAS® System for Factor Analysis and Structural Equation Modeling*; SAS Institutte, Inc.: Cary, NC, USA, 1994.
39. Food and Agriculture Organization (FAO). Dietary Assessment: A Resource Guide to Method Selection and Application in Low Resource Settings. *Rome, Italy.* 2018. Available online: http://www.fao.org/3/i9940en/I9940EN (accessed on 17 July 2019).

40. Wadolowska, L. Walidacja kwestionariusza częstotliwości spożycia żywności–FFQ. Ocena powtarzalności [Validation of food frequency questionnaire–FFQ. Reproducibility assessment]. *Bromat. Chem. Toksykol.* **2005**, *38*, 27–33.
41. Cade, J.; Thompson, R.; Burley, V.; Warm, D. Development, validation and utilization of food-frequency-questionnaires—A review. *Public Health Nutr.* **2002**, *5*, 567–587. [CrossRef]
42. Gibney, M.J.; Margetts, B.M.; Kearney, J.M.; Arab, L. *Public Health Nutrition*; Blackwell Science: Oxford, UK, 2013.
43. Gibson, R.S. *Principles of Nutritional Assessment*, 2nd ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 2005.
44. Thompson, F.; Subar, A. Dietary assessment methodology. In *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease*, 2nd ed.; Coulston, A.M., Boushey, C.J., Eds.; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2008; pp. 3–39.
45. Deshmukh-Taskar, P.R.; O'Neil, C.E.; Nicklas, T.A.; Yang, S.-J.; Liu, Y.; Gustat, J.; Berenson, G.S. Dietary patterns associated with metabolic syndrome, sociodemographic and lifestyle factors in young adults: The Bogalusa Heart Study. *Public Health Nutr.* **2009**, *12*, 2493. [CrossRef] [PubMed]
46. Sur, G.; Floca, E.; Kudor-Szabadi, L.; Sur, M.L.; Sur, D.; Samasca, G. The relevance of inflammatory markers in metabolic syndrome. *Maedica (Buchar.)* **2014**, *9*, 15–18. [PubMed]
47. Barabási, A.; Menichetti, G.; Loscalzo, J. The unmapped chemical complexity of our diet. *Nat. Food* **2020**, *1*, 33–37. [CrossRef]



© 2020 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 (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Associations of Dietary-Lifestyle Patterns with Obesity and Metabolic Health: Two-Year Changes in MeDiSH® Study Cohort

International Journal of
Environmental Research and Public Health

MDPI

Article

Associations of Dietary-Lifestyle Patterns with Obesity and Metabolic Health: Two-Year Changes in MeDiSH® Study Cohort

Marta Lonnie [1,*], Lidia Wadolowska [1], Jakub Morze [1,2] and Elzbieta Bandurska-Stankiewicz [2]

[1] Department of Human Nutrition, Faculty of Food Science, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, 10-718 Olsztyn, Poland
[2] Department of Internal Medicine, Faculty of Medical Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, 10-561 Olsztyn, Poland
* Correspondence: marta.lonnie@uwm.edu.pl; Tel.: +48-89-524-5514

Abstract: This study aimed to evaluate changes in diet, adiposity, and metabolic outcomes after two years. In all, 358 Polish men aged 19–40 years old participated in the study. Data regarding dietary and lifestyle characteristics as well as family, socio-economic, and demographic status were collected using the food frequency questionnaire KomPAN®. Dietary lifestyle patterns were previously derived from data for 358 men by principal component analysis (PCA). Changes over time were examined in 95 men who returned after two years by calculating relative differences (RD, %) in mean values and markers distribution. Diet quality was described with two predefined scores: pro-Healthy-Diet-Index (pHDI) and non-Healthy-Diet-Index (nHDI). After two years, changes were observed in diet quality and metabolic health markers. No significant changes were observed in family, socio-economic, and demographic status, as well as other lifestyle factors. In the "sandwiches and convenience foods" pattern, an nHDI decrease (RD = −25.3%) was associated with a fasting blood glucose decrease (RD = −6.1%). In the "protein food, fried-food and recreational physical activity" and the "healthy diet, activity at work, former smoking" patterns, pHDI decreases (RD = −13.6% and −14.6%, respectively,) were associated with an adiposity increase. In the "fast foods and stimulants" pattern, no changes in pHDI and nHDI were observed, while adiposity markers and systolic blood pressure worsened. Conclusion: in the two-year perspective, dietary improvement was associated with improved glycemic control, despite no changes in body weight, while worsening of the diet quality or maintenance of unhealthy dietary behaviours were associated with the deterioration of metabolic health.

Keywords: adiposity; dietary-lifestyle patterns; men; metabolic; principal component analysis

check for updates

Citation: Lonnie, M.; Wadolowska, L.; Morze, J.; Bandurska-Stankiewicz, E. Associations of Dietary-Lifestyle Patterns with Obesity and Metabolic Health: Two-Year Changes in MeDiSH® Study Cohort. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 13647. https://doi.org/10.3390/ijerph192013647

Academic Editor: Lauri O. Byerley

Received: 13 August 2022
Accepted: 17 October 2022
Published: 21 October 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

Early adulthood begins in the early twenties and ends around the age of 40 [1]. During this critical stage of life, the biological, psychological, and societal transitions that occur (e.g., obtaining a degree, choosing a career, starting a family) can shape and establish long-term lifestyle behaviours, with a potentially detrimental effect on health [2,3]. It has been well documented that in this age group, the prevalence of some non-communicable diseases is higher in men, in particular, acute myocardial infarction, sudden cardiac death, stroke, and hypertensive diseases [4–7]. A large proportion of these cases may stem from an unhealthy lifestyle, which again, is more prevalent among young men [8]. In the American cohort of young adults (age 24–32), a significantly higher proportion of men than women presented risky health behaviours such as more frequent fast-food consumption, binge drinking, smoking, cannabis use, avoiding medical appointments, and illegal drug use [8]. These behaviours can have a lasting effect on health, especially if two or more behaviours coexist [9].

Historically, the effect of each lifestyle factor on health was investigated in isolation, in particular the effects of the so called 'SNAP'–smoking, nutrition, alcohol, and physical activity [10]. In reality, people engage in a mixture of unhealthy or protective behaviours that may have additive or synergistic effects on health. Understanding the interactions between various (often unexpectedly co-occurring) behaviours might be crucial in identifying groups at risk and estimating the overall health risks. For example, a recent study showed that in older adults, prolong sitting times alone had little effect on all-cause mortality (HR = 1.15), while prolonged sitting among physically inactive adults increased this risk over twofold (HR = 2.42) [11]. It is not fully understood what the mechanistic background of lifestyle factor interactions are, but some have suggested that it could be due to a chronic inflammatory response triggered by joint exposure [12,13].

Fairly new statistical approaches in lifestyle science, based on exploratory data, allow for the capture of real-life-scenario clusters of behaviours in various populations, without pre-defined assumptions of which behaviours are expected to be coexistent [14]. This holistic approach of looking at lifestyle risk factors as clusters of behaviours has been previously used in relation to cardiometabolic health and obesity [15–17]; however, the clustering of lifestyle behaviours in young men have still not been fully explored.

It has been shown that dietary patterns are relatively stable over time. In the sample of American men aged 40–75, two major patterns were identified–Prudent and Western–which remained fairly stable when re-examined after a year (correlation coefficients of 0.70 and 0.67, respectively) [18]. The retention of unhealthy dietary behaviours may contribute to adverse health outcomes in later life. As it has been shown in the same cohort of men, after an eight-year follow-up, the risk of coronary heart disease displayed an increasing trend parallell to the increasing adherence to the Western pattern [19]. The studies on dietary pattern tracking (measuring consistency of dietary behaviours between at least two points in time, [20]) have also shown the worrying trend that diet quality worsens over time in adolescent males with adherence to the Western pattern as they enter adulthood, which is not as apparent among females of the same age [21].

The limitations of previous studies are twofold. The majority of the previous studies considered dietary or lifestyle behaviours in isolation [10,22,23]. In this study, we proposed the application of a holistic approach of looking at the empirically derived clusters of dietary patterns combined with lifestyle behaviours (physical activity at work and leisure time, smoking, alcohol use, and meal frequency) using an exploratory approach. This way, it is possible to reveal often unexpected combinations of behaviours, that truly exist in the studied population, and investigate how these unique clusters are associated with studied outcomes [24]. Secondly, dietary and lifestyle behaviours are sex- and age-specific [25]. While several studies examined dietary pattern tracking in adolescence or older age groups [26–29] not much research has been done with regard to males in early adulthood. Hence, we decided to focus on a group of men from a relatively narrow age group to provide a more focused view on this demographic group.

This study aimed to examine the changes in diet quality after two years' time and the associations of those changes with adiposity and metabolic outcomes. Identifying groups at risk can help in the design of lifestyle interventions which target specific demographics and specific clusters of behaviours.

2. Materials and Methods

2.1. Study Sample

A total of 358 men from the Warmia and Mazury region (Poland), aged 19–40 years old were analysed in this study (Figure 1) [30,31]. Details of the sample recruitment have been previously reported [31]. In brief, the study was publicly advertised using posters, social media advertising, and through direct contact with local businesses and council, inviting male employees to participate in the study. The main goal during recruitment was to obtain the maximum variability of the study sample in terms of sociodemographic characteristics to reflect the structure of the general population. The inclusion criteria were:

males between 19 and 40 years old, with a cognitive ability to understand and respond to questions that were asked by the interviewer and who provided a written consent to participate. The exclusion criteria were: females, and a cognitive impairment that would prevent participants from understanding and responding to questions that were asked by the interviewer [30,31].

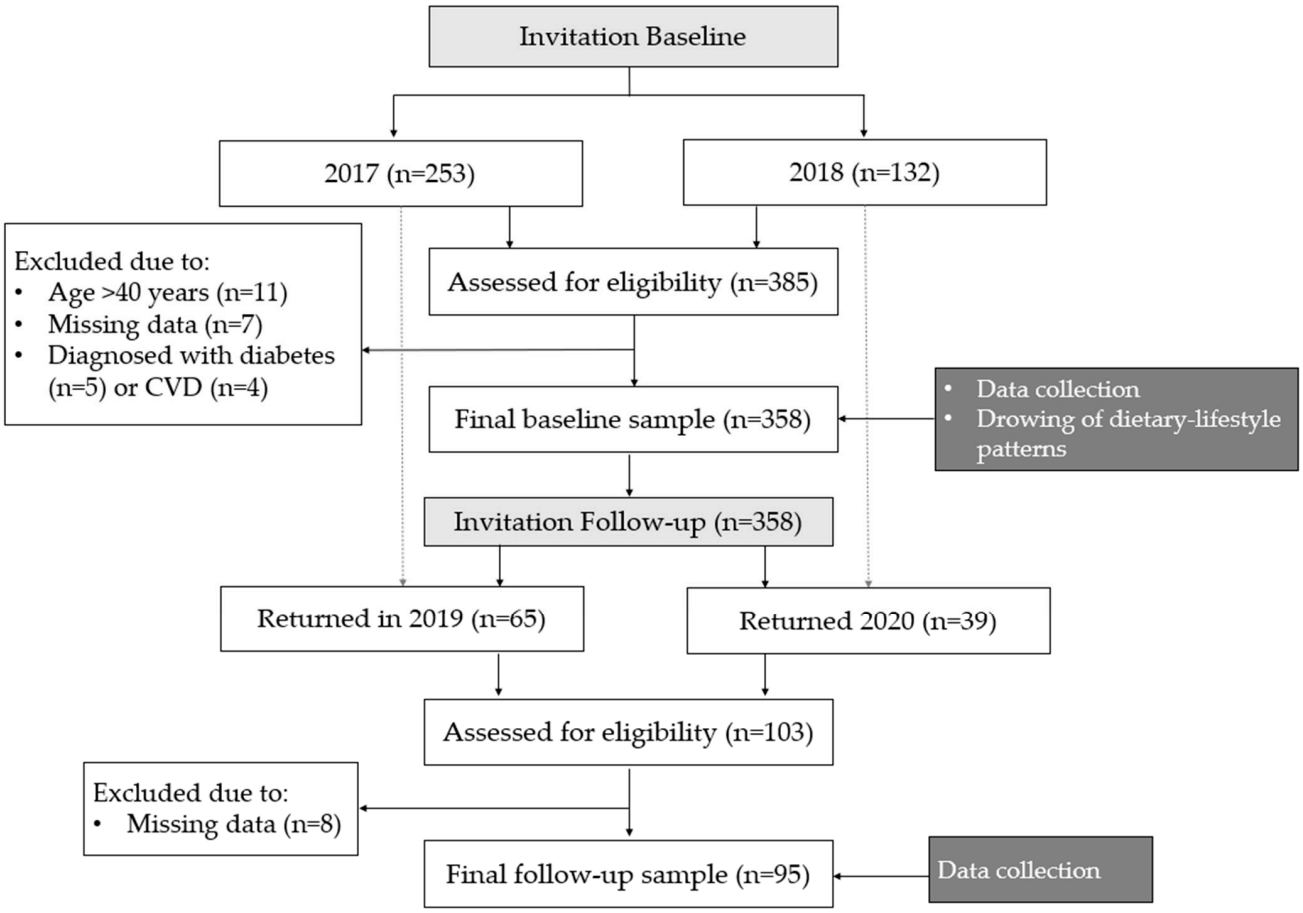


Figure 1. Study design and data collection.

Data regarding adiposity and metabolic outcomes as well as family, socio-economic, and demographic status, and dietary and lifestyle characteristics were collected through structured interviews using the validated food frequency questionnaire KomPAN® [32,33]. All data were collected in two time points during one-to-one interviews with trained researchers [31]. Baseline data were collected in 2017 (January to March) and 2018 (April to May), while follow-up data were collected in the Spring of 2019 and 2020.

2.2. Dietary and Lifestyle Behaviours

Dietary data examined the consumption frequency of foods commonly consumed in the Polish population, which were grouped into 25 food categories. The participants were asked to choose how often they consumed each type of food within the past 12 months. Available frequency answers were converted into daily frequencies and consisted of: never (0 times/day), 1–3 times a month (0.06 times/day), once a week (0.14 times/day), a few times a week (0.5 times/day), once a day (1.0 time/day), or a few times a day (2.0 times/day); more details can be found in the questionnaire manual guide [32].

Diet quality was described with two diet quality scores: pro-Healthy-Diet-Index (pHDI) and non-Healthy-Diet-Index (nHDI) [32,33]. Both diet quality scores were calculated as a sum of daily frequencies (in times/day) of food items consumption. The pHDI included 10 items representing potentially pro-healthy foods (wholemeal bread, wholegrain groats,

milk, fermented milk drinks, cottage cheese, white meat, fish, legumes, fruit, vegetables) with the total score range: 0–20 times/day. The nHDI included 14 food items representing potentially unhealthy foods (white bread, refined groats, fast-foods, fried foods, butter, lard, cheese, cured meat, red meat, sweets, tinned meat, sweetened beverages, energy drinks, alcohol) with the total score range: 0–28 times/day. Both diet quality scores were converted to unify the total score range to 0–100 points for each of them. The following formulas were used [32,33]:

pHDI (in points) = (100/20) × the sum of frequency of 10 food items consumption (times/day)

nHDI (in points) = (100/28) × the sum of frequency of 14 food items consumption (times/day)

Lifestyle behaviours included daily meals frequency, level of physical activity, smoking, and screen time. The answer categories are displayed in Supplementary Material: Table S1.

2.3. Dietary-Lifestyle Patterns (DLPs)

The DLPs were previously derived from data for 358 men using Principal Component Analysis (PCA), with varimax normalized rotation [31,34]. A detailed description of identified DLPs was reported elsewhere [31]. In brief, 31 variables were included in the PCA consisting of 25 dietary variables and six lifestyle-related variables. To identify the final number of DLPs, the following criteria were considered: (i) the eigenvalues of at least 1.0, (ii) scree plot, and (iii) the total variance explained [34]. Items that had factor loadings $\geq |0.30|$ were used to label the patterns. The higher the values of factor loadings, the stronger association between dietary or lifestyle variables and the DLP. Four previously derived dietary-lifestyle patterns explained 33.2% of the variance and were labelled as follows: "protein food, fried-food and recreational physical activity" (12.5% of the explained variance), "sandwiches and convenience foods" (7.8%), "fast foods and stimulants" (6.4%), "healthy diet, activity at work, former smoking" (5.5.%) [31]. Components of each of the DLPs can found in Figure 2. Next, based on tertile distribution, participants were categorised into three categories (lower, middle, upper tertile) reflecting the adherence to the patterns: the higher the tertile, the higher the adherence to the pattern.

2.4. Adiposity and Metabolic Outcomes

Adiposity and metabolic outcomes were investigated in two time points: at baseline and after two years. Details were previously described [31]. In brief, to measure body weight and body size, the International Society for Advancement of Kinanthropometry (ISAK) International Standards for Anthropometric Assessment guidelines were followed [35]. The equipment used included: a portable stadiometer SECA 220 (height), electronic digital scale SECA 799 (weight), stretch-resistant tape SECA 201 (waist circumference), SECA medical Body Composition Analyzer (mBCA) 515 (body composition, visceral fat tissue and muscle mass). Adiposity was assessed using commonly used anthropometric indices: overweight (body mass index, BMI = 25–29.9 kg/m^2), central obesity (waist-to-height ratio, WHtR $\geq$ 0.5), and general obesity (body fat $\geq$ 25%) [36–38]. The median values (Me) were applied to assess excessive visceral fat tissue ($\geq$Me of fat tissue volume, i.e., 1.565 l) and increased skeletal muscle mass ($\geq$Me of body mass, i.e., 37%) [31].

The metabolic outcomes included the concentration of fasting blood glucose (FBG), triglycerides (TG), and total cholesterol (TC) in capillary blood. All tests were performed in the morning in a fasting state. The measurements of systolic (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) were taken using electronic monitor (Omron M3 Intellisense Automatic Blood Monitor, Omron Healthcare, Mannheim, Germany) and determined in line with the National Institute for Health and Care Excellence (NICE) procedures [39]. Metabolic abnormalities were based on the following cut-off points: FBG $\geq$ 100 mg/dL, TG $\geq$ 150 mg/dL, TC $\geq$ 200 mg/dL, or systolic or diastolic blood pressure $\geq$130 or $\geq$85 mmHg, respectively [40–42]

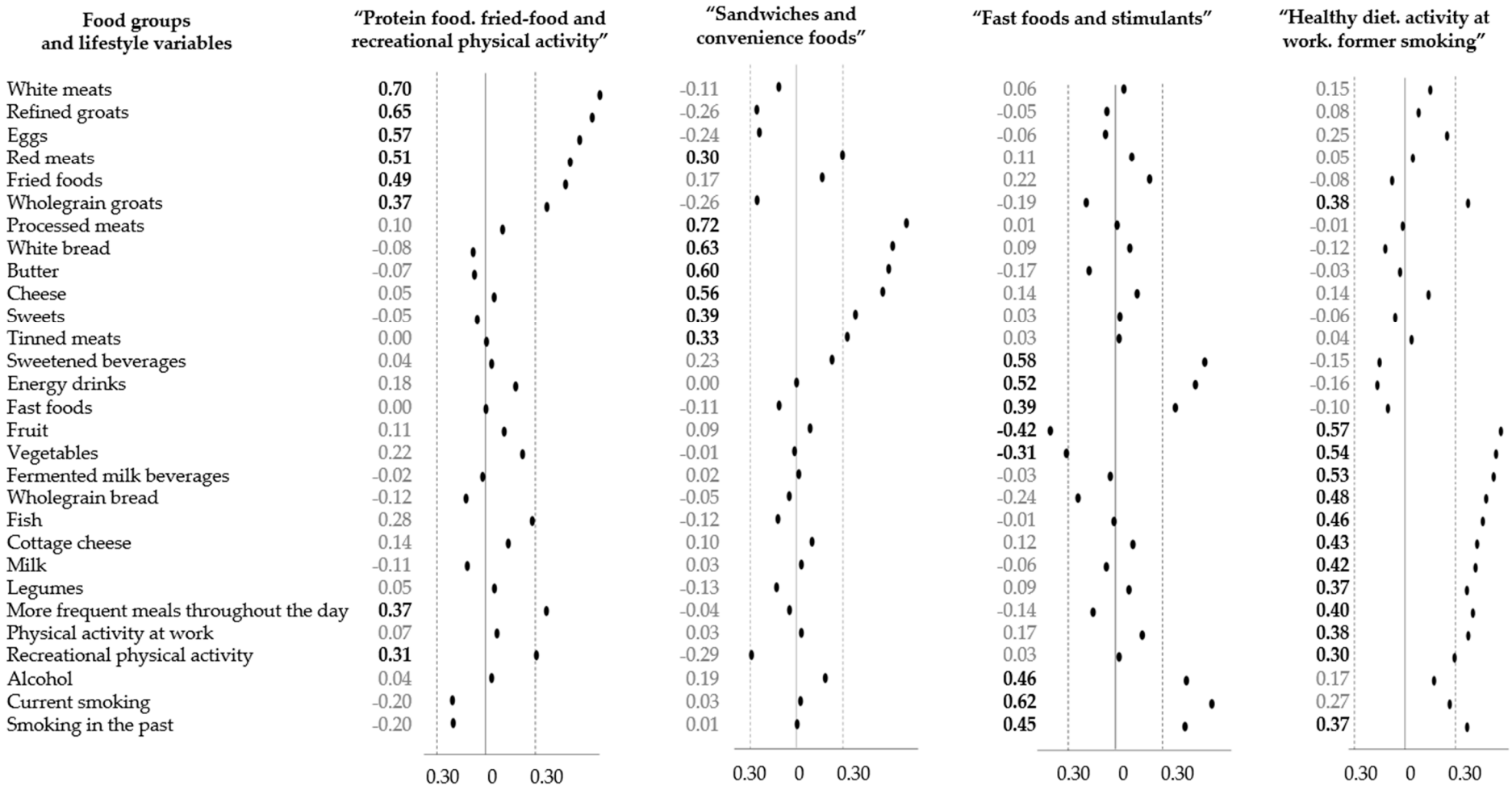


Figure 2. Black dots represent numerical values of factors loadings characterising each dietary-lifestyle pattern identified with principal component analysis [25]. Bold font represents items with factor loading $\geq |0.30|$.

2.5. Family, Socio-Economic and Demographic Variables

The family, socio-economic, and demographic statuses, were reflected using objective and subjective measures. The considered variables included the place of residence, economic status, and education. Variables referring to family status included: being in a relationship and having children. A detailed description of KomPAN® questionnaire categories [32] can be found in the Supplementary Material.

2.6. Statistical Analysis

Categorical variables were presented as percentages and continuous variables as means with standard deviations (SDs). Before the statistical analysis, the normality of all variables was verified using Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests. To investigate the differences between groups (e.g., between total sample vs. sub-sample; between before vs. after 2 years), Pearson's chi-squared test was used for categorical variables and *t*-test for continuous variables (paired *t*-test when appropriate). To investigate the differences in health outcomes after two years, relative differences were calculated:

$$\text{relative difference (RD, \%)} = \frac{Final\ value - Initial\ value}{Initial\ value} \times 100 \quad (1)$$

For all tests p-value < 0.05 was considered as significant. Statistical analyses were carried out using STATISTICA software (version 10.0 PL; StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA; StatSoft Polska, Kraków, Poland).

3. Results

3.1. Sociodemographic Sample Characteristics

The mean age of all study participants at baseline (n = 358) was 30.1 years old (Table 1). In the total sample, a larger proportion was from urban areas (64%), with comfortable or wealthy economic status (73%), with higher education (58%) and working physically (58%). In terms of family status, 65% declared being in a relationship and 37% of men had children. The subsample of men who returned to the study after two years (n = 95) was examined against the total sample (n = 358). The differences at baseline were related to age (30.1 vs. 31.8, total sample vs. subsample at baseline, respectively), place of residence (36% vs. 25% from villages and towns) education (42% vs. 28% with secondary or lower education) and screen time (44% vs. 28% with 6 h or more/day). No differences were identified within the subsample (n = 95) at baseline and follow-up, apart from an expected increase in age of approx. two years. To address attrition bias, characteristics of drop out cohort were compared with the characteristics of men who returned for the study (Supplementary material; Table S2). No differences between the groups were detected in terms of lifestyle behaviours (with exception to screen time) and adiposity characteristics. The only differences were related to lipid profile, place of residence and education: those who did not return had lower cholesterol levels, higher triglyceride concentrations and were more likely to be younger, with lower education and living in small towns and rural areas (Table S2).

Table 1. Total sample and sub-sample characteristic: family socio-economic, demographic status lifestyle factors, diet, adiposity and metabolic outcomes in total sample and sub-sample (means and SD or number of subjects and % of the sample).

Variables	Total Sample	Sub-Sample before	*p*-Value #	Sub-Sample after 2 Years	*p*-Value §
Number of subjects	358	95		95	
Socio-economic and demographic status					
Age (years) ¥	30.1 (5.9)	31.8 (5.3)	0.011	33.7 (5.3)	0.014
Age groups: n (%)			0.001		0.035
19–30 years	43	25		13	
31–40 years	57	75		83	
Place of residence			0.044		0.626
Villages and towns	36	25		22	
Big cities	63	75		78	
Economic status			0.439		0.214
Modest	27	31		23	
Comfortable or wealthy	73	69		77	
Education			0.013		0.530
Secondary or lower	42	28		24	
Higher	58	72		76	
Family status (%)					
In relationship			0.141		0.524
Yes	65	73		77	
No	35	27		23	
Having children			0.285		0.129
Yes	37	43		54	
No	63	57		46	
Lifestyle factors					
Number of meals per day			0.268		0.529
Three or less	34	28		33	
Four or more	66	72		67	
Physical activity at work or school			0.862		0.783
Low	50	51		53	
Moderate or high	50	49		47	
Rereational physical activity			0.354		0.054
Low	16	20		10	
Moderate or high	84	80		90	
Current smoking			0.471		0.824
Yes	16	13		12	
No	84	87		88	
Smoking in the past			0.722		1.000
Yes	39	37		37	
No	61	63		63	
Screen time			0.015		1.000
6 h per day or more	44	58		58	
Less than 6 h	56	42		42	

Table 1. *Cont.*

Variables	Total Sample	Sub-Sample before	*p*-Value #	Sub-Sample after 2 Years	*p*-Value §
Diet quality scores: mean (SD)					
pHDI	25.4 (11.6)	25.0 (10.8)	0.761	24.4 (9.8)	0.555
nHDI	19.7 (7.9)	18.9 (8.1)	0.371	17.4 (8.3)	0.086
Adiposity outcomes: mean (SD)					
BMI [kg/m^2]	26.0 (3.7)	26.1 (3.2)	0.751	26.4 (3.6)	0.111
WC [cm]	89.9 (10.4)	90.5 (9.9)	0.642	92.7 (10.4)	0.002
WHtR [–]	0.50 (0.1)	0.50 (0.1)	1.00	0.51 (0.06)	0.002
Body fat [%]	22.2 (6.8)	23.2 (6.7)	0.202	23.6 (6.4)	0.246
Visceral fat tissue [l]	1.96 (2.2)	2.1 (3.2)	0.620	2.2 (1.5)	0.731
Skeletal muscle mass [%]	38.8 (3.2)	38.3 (3.2)	0.177	37.8 (3.8)	0.063
Metabolic outcomes: mean (SD)					
FBG [mg/dL]	85.0 (13.4)	85.5 (12.3)	0.743	83.6 (14.3)	0.288
TG [mg/dL]	143.1 (99.3)	125.4 (75.8)	0.107	136.0 (87.4)	0.378
TC [mg/dL]	185.6 (40.2)	193.5 (34.8)	0.081	197.6 (42.1)	0.309
SBP [mmHg]	126.1 (12.0)	126.9 (13.2)	0.572	132.1 (13.0)	0.001
DBP [mmHg]	77.4 (9.5)	77.9 (9.4)	0.648	79.0 (9.1)	0.160

¥ mean (standard deviation, SD); *p*-value of Pearson's chi-squared test (for categorical variables) or *t*-test (for continuous variables); # vs. total sample; § vs. sub-sample before.

Differences were identified between younger and older age group within the sample at baseline, in terms of place of residence, education, relationship status and having children (Supplementary material: Table S3). Younger (19–30 year) and older (31–40 year) age groups did not differ in terms of economic status and type of work.

3.2. Sample Characteristics: Dietary, Adiposity and Metabolic Outcomes

The subsample of men who returned for the follow-up assessment (n = 95) did not differ significantly at baseline from the total baseline sample (n = 358). The only difference was observed in terms of percentage of men with elevated total cholesterol (45% in the subsample vs. 34% in the total sample), but no difference was observed when mean values between the groups were compared ($p = 0.081$). After two years, an increase was observed in the mean values of WC (90.50 cm vs. 92.7 cm, before and after, respectively), WHtR (0.50 vs. 0.51), SBP (126.9 mmHg vs. 132.1 mmHg), and the percentage of men with excess visceral fat tissue (53% vs. 69%, before and after respectively).

3.3. Changes in Family Socio-Economic Status, Demographic Status and Lifestyle Factors after 2-Years across the DLP Patterns

Relative differences in family socio-economic status, demographic status, and lifestyle factors after two years across the DLP patterns are presented in Table 2. No significant differences were observed over two years in the upper tertiles of each dietary-lifestyle pattern.

Table 2. Relative differences (RD, %) for means or % of the sample within sub-sample with higher adherence to each pattern in family socio-economic and demographic status, by dietary lifestyle patterns [#]: before vs. 2 years after.

Variables	Sub-Sample (n = 95)		Protein Food, Fried-Food and Recreational Physical Activity (n = 32)		Sandwiches and Convenience Foods (n = 31)		Fast Foods and Stimulants (n = 23)		Healthy Diet, Activity at Work, Former Smoking (n = 30)	
	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value
Diet quality scores										
pHDI	8.3	0.555	−13.6	0.011	18.6	0.576	14.8	0.953	−14.6	0.005
nHDI	1.3	0.086	−0.8	0.270	−25.3	<0.001	−7.0	0.151	6.1	0.328
Socio-economic and demographic status										
Age (years) [¥]	6	0.014	6	0.187	6	0.142	6	0.306	6	0.119
Age 19–30 years (vs. 31–40 years)	−48	0.035	−29	0.396	−17	0.756	−23	0.536	−26	0.519
Place of residence: Villages and towns (vs. big cities)	−12	0.626	−11	0.777	−10	0.776	−37	0.326	35	0.519
Economic status: Modest (vs. comfortable or wealthy)	−26	0.214	0	1.00	−54	0.082	−57	0.153	0	1.00
Education: Secondary or lower (vs. higher)	−14	0.530	17	0.590	−34	0.374	−19	0.552	−15	0.766
Family status										
In relationship Yes (vs. No)	5	0.524	−48	0.140	−4	0.776	14	0.522	3	0.640
Having children Yes (vs. No)	26	0.129	20	0.453	33	0.200	46	0.238	8	0.780
Lifestyle factors										
Number of meals per day: 4 or more (vs. 3 or less)	18	0.529	433	0.086	−9	0.788	−19	0.552	143	0.228
Physical activity at work or school Low (vs. moderate or high)	4	0.783	32	0.434	7	0.793	23	0.552	21	0.592
Rereational physical activity Low (vs. moderate or high)	−50	0.054	0	1.00	−54	0.082	−43	0.300	−100	0.313
Current smoking Yes (vs. No)	−8	0.824	117	0.391	−32	0.490	−49	0.116	0	1.00
Smoking in the past Yes (vs. No)	0	1.000	23	0.599	0	1.00	0	1.00	−9	0.602
Screen time 6 h per day or more (vs. less than 6 h)	0	1.000	21	0.606	0	1.00	−8	0.768	16	0.598

[#] Comparison of the means or % of the sample within the higher levels of adherence (i.e., upper tertiles) to each dietary-lifestyle pattern; [¥] difference in mean (standard deviation, SD); *p*-value of Pearson's chi-squared test (for categorical variables) or paired *t*-test (for continuous variables.

3.4. Changes in Diet, Adiposity and Metabolic Outcomes after 2-Years across the DLP Patterns

Relative differences in diet quality, adiposity, and metabolic outcomes after two years across the DLP patterns are presented in Table 3. Among men with higher adherence to the 'protein food, fried-food and recreational physical activity' pattern, a decrease in diet quality was observed, expressed as lower scores of pHDI (RD = −13.6%, $p = 0.011$) as well as an increase of the proportion of men with an excess of visceral fat tissue (RD = 68.3%, $p = 0.024$). Among men with higher adherence to the 'sandwiches and convenience foods' pattern a decrease in nHDI was observed (RD = −25.3%, $p < 0.001$) suggesting a reduction in unhealthy dietary behaviours (i.e., diet quality improvement). Also, a reduction in the mean value of FBG was observed (RD = −6.1%, $p = 0.014$). Among men with higher adherence to the 'fast foods and stimulants' pattern the diet quality measured by the pHDI and nHDI did not change after two years. A significant increase was observed across the mean values of WC, WHtR and SBP (RD = 4.4%, $p = 0.003$; RD = 4.5%, $p = 0.003$ and RD = 5.1%, $p = 0.047$, respectively), as well as a higher proportion of men with central obesity, the excess of visceral fat tissue that elevates SBP or DBP (RD = 45.8%, $p = 0.002$, RD = 36.8%, $p = 0.020$ and RD = 27.9%, $p = 0.011$, respectively). Unexpectedly, a decrease in the percentage of men with elevated FBG was observed (RD = −76.5%, $p = 0.004$). Lastly, among men with higher adherence to the 'healthy diet, activity at work, former smoking' pattern, a decrease in diet quality (for pHDI) was observed (RD = −14.6%, $p = 0.005$) as well as an increase in mean values of WC, WHtR and visceral fat tissue (RD = 3%, $p = 0.045$; RD = 3.4%, $p = 0.024$ and RD = 72.4%, $p = 0.026$ respectively). Also, an increase was observed in the percentage of men with the excess of visceral fat tissue (RD = 82.5%, $p = 0.009$).

Table 3. Relative differences (RD, %) for means or % of the sample within sub-sample with higher adherence to each pattern in adiposity and metabolic outcomes by dietary lifestyle patterns [#]: before vs. 2 years after.

Variables	Sub-Sample (n = 95)		Protein Food, Fried-Food and Recreational Physical Activity (n = 32)		Sandwiches and Convenience Foods (n = 31)		Fast Foods and Stimulants (n = 23)		Healthy Diet, Activity at Work, Former Smoking (n = 30)	
	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value
Diet quality scores										
pHDI	8.3	0.555	−13.6	0.011	18.6	0.576	14.8	0.953	−14.6	0.005
nHDI	1.3	0.086	−0.8	0.270	−25.3	<0.001	−7.0	0.151	6.1	0.328
Adiposity outcomes										
BMI	1.1	0.111	1.6	0.251	0.4	0.903	2.4	0.076	1.1	0.222
WC	2.7	0.002	2.6	0.098	1.2	0.559	4.4	0.003	3.0	0.045
WHtR	2.6	0.002	2.5	0.085	1.0	0.608	4.5	0.003	3.4	0.024
Body fat	5.2	0.246	9.7	0.330	0.0	0.516	1.8	0.557	3.7	0.500
Visceral fat tissue	68.2	0.731	100.1	0.099	35.5	0.494	48.8	0.659	72.4	0.026
Skeletal muscle mass	−1.3	0.063	−1.2	0.248	−0.1	0.731	−1.0	0.280	−0.8	0.247
Metabolic outcomes										
FBG	−0.6	0.289	6.5	0.352	−6.1	0.014	−3.5	0.200	4.9	0.600
TG	31.5	0.378	37.1	0.284	34.3	0.183	14.2	0.680	18.5	0.939
TC	4.1	0.309	2.6	0.683	2.8	0.762	6.1	0.181	−0.6	0.626
SBP	3.4	0.001	3.1	0.088	3.4	0.062	5.1	0.047	3.0	0.058
DBP	1.9	0.160	1.8	0.301	−0.4	0.710	3.8	0.187	1.5	0.500
Adiposity abnormalities occurence										
Normal weight (BMI = 18.5–24.9 kg/m^2)	−2.6	0.887	−10.7	0.207	−13.5	0.854	−23.1	0.674	0.0	0.578
Overweight (BMI = 25–29.9 kg/m^2)	−3.8	0.783	−8.3		21.9		33.3		−8.2	
Obesity (BMI ≥ 30 kg/m^2)	44.4	0.378	-		0.0		−22.7		233.3	
Central obesity (WC ≥ 102 cm)	5.9	0.853	0.0	1.00	−17.4	0.755	34.6	0.178	−57.1	0.554
Central obesity (WHtR ≥ 0.5)	23.3	0.168	29.3	0.316	0.0	1.00	45.8	0.002	54.1	0.121
General obesity (Body fat ≥ 25%)	2.6	0.887	54.5	0.266	−18.8	0.44	0.0	1.00	35.0	0.541
Excess of visceral fat tissue (≥Me, i.e., 1.565 l)	30.2	0.024	68.3	0.024	29.1	0.189	36.8	0.020	82.5	0.009
Increased skeletal muscle mass (≥Me, i.e., 37%)	−1.6	0.887	−11.1	0.376	0.0	1.00	−6.6	0.575	−7.2	0.519

Table 3. *Cont.*

Variables	Sub-Sample (n = 95)		Protein Food, Fried-Food and Recreational Physical Activity (n = 32)		Sandwiches and Convenience Foods (n = 31)		Fast Foods and Stimulants (n = 23)		Healthy Diet, Activity at Work, Former Smoking (n = 30)	
	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value	RD	*p*-Value
Metabolic abnormalities occurence										
Elevated FBG (≥100 mg/dL)	−22.2	0.601	200.0	0.302	−76.9	0.162	−76.5	0.004	0.0	1.00
Elevated TG (≥150 mg/dL)	29.2	0.329	0.0	1.00	73.7	0.246	50.0	0.056	17.4	0.766
Elevated TC (≥200 mg/dL)	6.7	0.663	39.5	0.209	10.9	0.607	0.0	1.00	−20.0	0.436
Elevated SBP (≥130 mmHg) or DBP (≥85 mmHg)	31.8	0.059	55.3	0.080	37.8	0.203	27.9	0.011	54.1	0.121

[#] Comparison of the means or % of the sample within the higher levels of adherence (i.e., upper tertiles) to each dietary-lifestyle pattern; *p*-value of Pearson's chi-squared test (for categorical variables) or paired *t*-test (for continuous variables).

4. Discussion

Our study provides an insight into changes in diet quality after two years and the associations of those changes with adiposity and metabolic outcomes. After two years, positive or negative changes in diet quality were observed in three out of four DLPs. Considering that none of socio-economic and demographic status factors as well as other lifestyle factors (smoking, physical activity, screen-time) changed significantly over the two-year period (Table 1), it can be assumed that any changes observed within the health outcomes were mainly diet- and age-related. Diet improvement (nHDI decrease) was observed only in men from the "sandwiches and convenient foods" DLP and was associated with improved fasting blood glucose level. This suggests that even small dietary changes, manifested by a reduction in the frequency of unhealthy foods consumption, over a relatively short period of time (two years) may help in regulating glucose homeostasis. Furthermore, we did not observe worsening of the adiposity or other metabolic outcomes in this group, which implies a successful body weight maintenance over the course of two years. When compared with baseline results, the mean BMI of men with the highest adherence to this pattern remained stable (26.1 kg/m^2, before and after) and there was no significant increase in the proportion of men with overweight or obesity (Table S4). These findings are very promising, as one of the primary strategies for diabetes remission is weight loss of >10% of body weight [43]. In our sample we observed an improvement in glycemic control without changes in body weight, suggesting that the diet composition itself may have a protective effect. This supports our previous findings that diet composition is an independent factor in increasing metabolic risk in young adults [44].

The worsening of the diet (pHDI decrease) was observed in men from two DLPs: 'protein food, fried-food and recreational physical activity' and 'healthy diet, activity at work, former smoking'. In the first group, a decrease in diet quality was only associated with the increased proportion of men with an excess of visceral fat tissue, but this was not reflected in the mean value (before-after) comparison. Perhaps, the recreational physical activity diminished the impact of negative dietary changes on health. It needs to be noted that when the pHDI decreased, the nHDI did not increase, which can be interpreted as a slight reduction in the frequency of healthy food consumption (included in the pHDI score), but no increase in the consumption of unhealthy foods (included in the nHDI score). In the second group, the decrease in the pHDI was associated with the worsening of central obesity paameters (WC, WHtR and volume of visceral fat tissue). Men with the highest adherence to this pattern were characterised as physical workers, which may imply that there might be different responses to dietary changes, depending on the type of physical activity. This is an interesting finding which seemed to be supported by the results from a recent meta-analysis, which has shown that high levels of occupational physical activity may have a detrimental effect on men's health, even when adjusted for confounding factors [45]. The authors found that high level of occupational physical activity increased the risk of early mortality in men by 18%, compared to those with lower levels of physical activity at work [45].

The diet quality of men from the 'fast foods and stimulants' remained stable; there were no changes in both scores, pHDI and nHDI. This pattern was interpreted as having potentially negative impacts on health, therefore its negative impact on health was expected. The current study demonstrated that the pattern was associated with an increase in central adiposity parameters after two years. Moreover, an increase was observed in the systolic blood pressure. Given this DLP composition, which included energy drinks, alcohol, fast foods (high in sodium) as well as current and past smoking, this is not an unexpected finding. All components of the pattern could be considered as stimulants with a documented hypertensive effect on blood pressure [46–49]. Worryingly, the adherence to this pattern was higher in younger men (18–30 years old), and yet, the changes have already started to manifest, after only two years, potentially triggering other pro-inflammatory processes which may resurface as they age, if the dietary behaviours remain unchanged.

Strenghts and Limitations

The main strength of the study is a comprehensive approach in looking at lifestyle behaviours and their associations with metabolic health. Apart from the diet, the study took into account other lifestyle behaviours with documented effect on health (physical activity, smoking, alcohol and daily screen time) as well as family socio-economic and demographic factors. Since none of the above confounding factors, apart from age, seemed to change significantly over the two-year period, it allowed us to conclude that diet was an isolated factor potentially contributing to health-related changes.

The main limitation of our study is a relatively small sample size, however, there are some indicators that conclusions can be drawn with a reasonable amount of confidence. Firstly, dietary-lifestyle patterns were derived from the baseline sample of 358 men. Considering that the suggested rule of thumb regarding subject-to-item ratio in PCA analysis should be at least 10:1 [50], in our study, the ratio was 14:1. Secondly, just over a ¼ of men (95) from the baseline sample returned for the follow-up data collection after two years. We have performed several comparison analyses: (i) total sample vs. follow up sample at baseline; (ii) follow-up sample at baseline vs. follow-up sample after two years (Table 1); and (iii) follow-up sample at baseline vs. drop-out (Table S2). The latter analysis was key for identifying the differences between men who returned for the study and those who did not. No differences between the groups were detected in terms of lifestyle behaviours (with the exception of screen time) and adiposity characteristics, which we believe were the most crucial for the main analysis. The changes regarding screen time could be related to the fact that the follow-up recruitment that was carried out between the lockdowns, when people changed their screen-related routines. The only differences in metabolic health between drop out and those who returned were related to lipid profiles: those who did not return had lower cholesterol levels and higher triglyceride concentrations, which again seems inconsistent in terms of concluding that those with health concerns were more likely to return or leave. We do agree that attrition bias might be a concern due to differences in socioeconomic differences. Among those who did not return, a higher percentage was in a younger age group, lower education group and lived in small towns and rural areas. Despite potential concerns regarding the study's internal and external validity, the results reflected physiological changes in young men based on their diet trajectory and described an alternative approach for studying the effects of lifestyle behaviours on health.

Thirdly, it might be argued that the number of participants in the follow-up cohort within each tertile of the dietary-lifestyle patterns was not prolific, ranging from 23 to 41 men. However, as explained in Section 2.6, the post hoc analysis proved these numbers to be sufficient for the analysis of changes in mean values but should be carefully interpreted in terms of changes in percentage distributions of the sample. Sample sizes of around 30 subjects can be sufficient to detect dietary changes if a reliable dietary intake assessment tool is used. In our study we used the validated KomPAN® questionnaire [26] and its predefined diet quality scores, previously used in various populations [33,51]

Lastly, the study is of cross-sectional nature with added longitudinal perspective, focusing on young men, hence the results should not be widely generalised. On the other hand, it is a comprehensive snapshot of the complex matrix of diet and lifestyle behaviours interlinked with health and family outcomes in this specific demographic.

5. Conclusions

In the 2-year perspective, positive and negative changes were observed in diet quality. Improvement in diet quality was associated with improved glycemic control, despite no changes in body weight. Worsening of the diet quality or maintenance of unhealthy dietary behaviours were associated with deterioration of metabolic health. The key message from this study is that even small changes in diet over a short period of time can have an effect on adiposity and metabolic outcomes in young men. Hence, when designing lifestyle interventions, the evidence-based approach should be considered to best address the needs and specificity of the target group. Further studies are needed to understand the biological,

social, and psychological reasons for the clustering of lifestyle behaviours in sex and-age specific groups as well as to provide insight into the mechanisms of the synergistic and cumulative effects on health.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: https://www.mdpi.com/article/10.3390/ijerph192013647/s1. Table S1. Answer categories of lifestyle behaviours variables–supplement; Table S2. Comparison of participating men who returned for the follow-up study (sub-sample before) vs. men who did not return for the follow-up stage (drop out) (means and SD or number of subjects and % of the sample). Table S3. Characteristics of the total sample by age groups at baseline (number of subjects and % of the sample); Table S4. Adherence to upper tertiles of dietary-lifestyle patterns by family socioeconomic and demographic status: prevalence ratios (95% Confidence Intervals); higher vs. lower adherence; * $p < 0.05$. Table S5. "Protein food, fried-food and recreational physical activity" pattern: diet quality scores, family socio-economic and demographic status, and adiposity and metabolic outcomes at baseline and after 2 years across the adherence to the pattern; Table S6. "Sandwiches and convenience foods" pattern: diet quality scores, family socio-economic and demographic status, adiposity and metabolic outcomes at baseline and after 2 years across the adherence to the pattern; Table S7. "Fast foods and stimulants" pattern: diet quality scores, family socio-economic and demographic status, adiposity and metabolic outcomes at baseline and after 2 years across the adherence to the pattern; Table S8. "Healthy diet, activity at work, former smoking" pattern: diet quality scores, family socio-economic and demographic status, and adiposity and metabolic outcomes at baseline and after 2 years across the adherence to the pattern.

Author Contributions: Conceptualization, M.L., L.W. and E.B.-S.; methodology, M.L., L.W. and E.B.-S.; formal analysis, M.L. and J.M; investigation, M.L.; data curation, M.L; writing—original draft preparation, M.L. and L.W.; writing—review and editing, M.L., L.W. and J.M.; visualization, M.L. and L.W.; supervision, L.W. and E.B.-S.; project administration, M.L.; funding acquisition, M.L. and L.W. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: Project financially supported by the Minister of Education and Science under the program entitled "Regional Initiative of Excellence" for the years 2019-2023, Project No. 010/RID/2018/19, amount of funding 12,000,000 PLN.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted within the Men's Diet, Socioeconomic Status, and Health (MeDiSH®) Project [19], which was approved by the Bioethics Committee of the Faculty of Medical Sciences, University of Warmia and Mazury in Olsztyn in 8 December 2016 (Resolution No. 45/2016) as an annex to ethical approval obtained in 17 June 2010 (Resolution No. 20/2010). Written informed consent to participate was obtained from all of the study participants.

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

Data Availability Statement: The data presented in this study are available on request from the corresponding author.

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

References

1. Levinson, D.J. A conception of adult development. *Am. Psychol.* **1986**, *41*, 3–13. [CrossRef]
2. Lawrence, E.M.; Mollborn, S.; Hummer, R.A. Health lifestyles across the transition to adulthood: Implications for health. *Soc. Sci. Med.* **2017**, *193*, 23–32. [CrossRef]
3. Mize, T.D. Profiles in health: Multiple roles and health lifestyles in early adulthood. *Soc. Sci. Med.* **2017**, *178*, 196–205. [CrossRef] [PubMed]
4. White, A.; McKee, M.; De Sousa, B.; De Visser, R.; Hogston, R.; Madsen, S.A.; Makara, P.; Richardson, N.; Zatoński, W.; Raine, G. An examination of the association between premature mortality and life expectancy among men in Europe. *Eur. J. Public Health* **2014**, *24*, 673–679. [CrossRef] [PubMed]
5. Eckart, R.E.; Shry, E.A.; Burke, A.P.; McNear, J.A.; Appel, D.A.; Castillo-Rojas, L.M.; Avedissian, L.; Pearse, L.A.; Potter, R.N.; Tremaine, L.; et al. Sudden Death in Young Adults: An Autopsy-Based Series of a Population Undergoing Active Surveillance. *J. Am. Coll. Cardiol.* **2011**, *58*, 1254–1261. [CrossRef]
6. Zhang, Y.; Moran, A.E. Trends in the Prevalence, Awareness, Treatment, and Control of Hypertension Among Young Adults in the United States, 1999 to 2014. *Hypertension* **2017**, *70*, 736–742. [CrossRef]

7. Benjamin, E.J.; Blaha, M.J.; Chiuve, S.E.; Cushman, M.; Das, S.R.; Deo, R.; de Ferranti, S.D.; Floyd, J.; Fornage, M.; Gillespie, C. Heart disease and stroke statistics-2016 update a report from the American Heart Association. *Circulation* **2017**, *133*, e38–e48.
8. Olson, J.S.; Hummer, R.A.; Harris, K.M. Gender and Health Behavior Clustering among U.S. Young Adults. *Biodemography Soc. Biol.* **2017**, *63*, 3–20. [CrossRef]
9. Gooding, H.C.; Shay, C.M.; Ning, H.; Gillman, M.W.; Chiuve, S.E.; Reis, J.P.; Allen, N.B.; Lloyd-Jones, D.M. Optimal Lifestyle Components in Young Adulthood Are Associated with Maintaining the Ideal Cardiovascular Health Profile Into Middle Age. *J. Am. Heart Assoc.* **2015**, *4*, e002048. [CrossRef] [PubMed]
10. Royal Australian College of General Practitioners. *Smoking, Nutrition, Alcohol and Physical Activity (SNAP). A Population Health Guide to Behavioural Risk Factors in Gen-754eral Practice*; The Royal Australian College of General Practitioners: Melbourne, Australian, 2004. Available online: https://www.racgp.org.au/clinical-resources/clinical-guidelines/key-racgp-guidelines/view-all-racgp-guidelines/snap (accessed on 1 January 2020).
11. Ding, D.; Rogers, K.; van der Ploeg, H.; Stamatakis, E.A.; Bauman, A.E. Traditional and Emerging Lifestyle Risk Behaviors and All-Cause Mortality in Middle-Aged and Older Adults: Evidence from a Large Population-Based Australian Cohort. *PLoS Med.* **2015**, *12*, e1001917. [CrossRef]
12. Sotos-Prieto, M.; Bhupathiraju, S.; Falcon, L.; Gao, X.; Tucker, K.; Mattei, J. Association between a Healthy Lifestyle Score and inflammatory markers among Puerto Rican adults. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **2016**, *26*, 178–184. [CrossRef] [PubMed]
13. Furman, D.; Campisi, J.; Verdin, E.; Carrera-Bastos, P.; Targ, S.; Franceschi, C.; Ferrucci, L.; Gilroy, D.W.; Fasano, A.; Miller, G.W.; et al. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. *Nat. Med.* **2019**, *25*, 1822–1832. [CrossRef] [PubMed]
14. Gherasim, A.; Arhire, L.I.; Niță, O.; Popa, A.D.; Graur, M.; Mihalache, L. The relationship between lifestyle components and dietary patterns. *Proc. Nutr. Soc.* **2020**, *79*, 311–323. [CrossRef] [PubMed]
15. Patino-Alonso, M.C.; Recio-Rodríguez, J.I.; Magdalena-Belio, J.F.; Giné-Garriga, M.; Martínez-Vizcaino, V.; Fernández-Alonso, C.; Arietaleanizbeaskoa, M.S.; Galindo-Villardon, M.P.; Gómez-Marcos, M.A.; García-Ortiz, L. Clustering of lifestyle characteristics and their association with cardio-metabolic health: The Lifestyles and Endothelial Dysfunction (EVIDENT) study. *Br. J. Nutr.* **2015**, *114*, 943–951. [CrossRef] [PubMed]
16. Bel-Serrat, S.; Mouratidou, T.; Santaliestra-Pasías, A.M.; Iacoviello, L.; Kourides, Y.A.; Marild, S.; Molnár, D.; Reisch, L.; Siani, A.; et al.; on behalf of the IDEFICS consortium. Clustering of multiple lifestyle behaviours and its association to cardiovascular risk factors in children: The IDEFICS study. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2013**, *67*, 848–854. [CrossRef] [PubMed]
17. Leech, R.M.; McNaughton, S.A.; Timperio, A. The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: A review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* **2014**, *11*, 4. [CrossRef]
18. Hu, F.B.; Rimm, E.; Smith-Warner, S.A.; Feskanich, D.; Stampfer, M.J.; Ascherio, A.; Sampson, L.; Willett, W.C. Reproducibility and validity of dietary patterns assessed with a food-frequency questionnaire. *Am. J. Clin. Nutr.* **1999**, *69*, 243–249. [CrossRef]
19. Hu, F.B.; Rimm, E.B.; Stampfer, M.J.; Ascherio, A.; Spiegelman, D.; Willett, W.C. Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, *72*, 912–921. [CrossRef] [PubMed]
20. Twisk, J.; Kemper, H.; Mellenbergh, G.; van Mechelen, W.; Post, G. Relation between the longitudinal development of lipoprotein levels and lifestyle parameters during adolescence and young adulthood. *Ann. Epidemiol.* **1996**, *6*, 246–256. [CrossRef]
21. Appannah, G.; Murray, K.; Trapp, G.; Dymock, M.; Oddy, W.H.; Ambrosini, G.L. Dietary pattern trajectories across adolescence and early adulthood and their associations with childhood and parental factors. *Am. J. Clin. Nutr.* **2021**, *113*, 36–46. [CrossRef]
22. Noble, N.; Paul, C.; Turon, H.; Oldmeadow, C. Which modifiable health risk behaviours are related? A systematic review of the clustering of Smoking, Nutrition, Alcohol and Physical activity ('SNAP') health risk factors. *Prev. Med.* **2015**, *81*, 16–41. [CrossRef] [PubMed]
23. Śmigielski, J.; Bielecki, W.; Drygas, W. Health and life style-related determinants of survival rate in the male residents of the city of Łódź. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health* **2013**, *26*, 337–348. [CrossRef] [PubMed]
24. Kant, A.K.K.K. Dietary patterns: Biomarkers and chronic disease riskThis paper is one of a selection of papers published in the CSCN–CSNS 2009 Conference, entitled Are dietary patterns the best way to make nutrition recommendations for chronic disease prevention? *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2010**, *35*, 199–206. [CrossRef]
25. Northstone, K.; Emmett, P. Dietary patterns of men in ALSPAC: Associations with socio-demographic and lifestyle characteristics, nutrient intake and comparison with women's dietary patterns. *Eur. J. Clin. Nutr.* **2010**, *64*, 978–986. [CrossRef] [PubMed]
26. Van Smeden, M.; Moons, K.G.; De Groot, J.A.; Collins, G.S.; Altman, D.G.; Eijkemans, M.J.; Reitsma, J.B. Sample size for binary logistic prediction models: Beyond events per variable criteria. *Stat. Methods Med. Res.* **2019**, *28*, 2455–2474. [CrossRef] [PubMed]
27. Movassagh, E.Z.; Baxter-Jones, A.D.G.; Kontulainen, S.; Whiting, S.J.; Vatanparast, H. Tracking Dietary Patterns over 20 Years from Childhood through Adolescence into Young Adulthood: The Saskatchewan Pediatric Bone Mineral Accrual Study. *Nutrients* **2017**, *9*, 990. [CrossRef]
28. Luque, V.; Escribano, J.; Closa-Monasterolo, R.; Zaragoza-Jordana, M.; Ferré, N.; Grote, V.; Koletzko, B.; Totzauer, M.; Verduci, E.; ReDionigi, A.; et al. Unhealthy Dietary Patterns Established in Infancy Track to Mid-Childhood: The EU Childhood Obesity Project. *J. Nutr.* **2018**, *148*, 752–759. [CrossRef] [PubMed]
29. Talegawkar, S.A.; Jin, Y.; Xue, Q.-L.; Tanaka, T.; Simonsick, E.M.; Tucker, K.L.; Ferrucci, L. Dietary Pattern Trajectories in Middle Age and Physical Function in Older Age. *J. Gerontol. Ser. A* **2021**, *76*, 513–519. [CrossRef] [PubMed]
30. Lonnie, M.; Wadolowska, L.; Kowalkowska, J.; Bandurska-Stankiewicz, E. Sociodemographic and family correlates of dietary-lifestyle patterns in young men: Cross-sectional study (MeDiSH Project). *Proc. Nutr. Soc.* **2020**, *79*, E203. [CrossRef]

31. Lonnie, M.; Wadolowska, L.; Bandurska-Stankiewicz, E. Dietary-Lifestyle Patterns Associated with Adiposity and Metabolic Abnormalities in Adult Men under 40 Years Old: A Cross-Sectional Study (MeDiSH Project). *Nutrients* **2020**, *12*, 751. [CrossRef]
32. Gawecki, J. (Ed.) *Dietary Habits and Nutrition Beliefs Questionnaire and the Manual for Developing Nutritional Data*; Committee of Human Nutrition Science, Polish Academy of Sciences: Olsztyn, Poland, 2018. Available online: https://knozc.pan.pl/images/stories/MLonnie/KomPAN_manual_english_version_25-11-2020_last_korekta_2021.pdf (accessed on 25 November 2020).
33. Kowalkowska, J.; Wadolowska, L.; Czarnocinska, J.; Czlapka-Matyasik, M.; Galinski, G.; Jezewska-Zychowicz, M.; Bronkowska, M.; Dlugosz, A.; Loboda, D.; Wyka, J. Reproducibility of a Questionnaire for Dietary Habits, Lifestyle and Nutrition Knowledge Assessment (KomPAN) in Polish Adolescents and Adults. *Nutrients* **2018**, *10*, 1845. [CrossRef] [PubMed]
34. Field, A. *Discovering Statistics Using SPSS*, 3rd ed.; Sage Publications: London, UK, 2009.
35. ISAK. *International Standards for Anthropometric Assessment*; International Society for the Advancement of Kinanthropometry: Potchefstroom, South Africa, 2001; Available online: http://www.ceap.br/material/MAT17032011184632.pdf (accessed on 17 July 2018).
36. Obesity: Preventing and managing the global epidemic Report of a WHO consultation. *World Health Organ. Technol. Rep. Ser.* **2000**, *894*, 1–253.
37. World Health Organization (WHO). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio*; Report of WHO Expert Consultation; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2008.
38. Dympna, G.; Heymsfield, S.B.; Heo, M.; Jebb, S.; Murgatroyd, P.; Sakamoto, Y. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. *Am. J. Clin. Nutr.* **2000**, *72*, 694–701.
39. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Hypertension in Adults: Diagnosis and Managment. Clinical Guideline NG136. Available online: https://www.nice.org.uk/guidance/ng136 (accessed on 14 September 2019).
40. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults[M1]. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* **2001**, *285*, 2486–2497. [CrossRef]
41. Alberti, K.G.M.M.; Zimmet, P.; Shaw, J. Metabolic syndrome—A new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet. Med.* **2006**, *23*, 469–480. [CrossRef] [PubMed]
42. Williams, B.; Mancia, G.; Spiering, W.; Agabiti Rosei, E.; Azizi, M.; Burnier, M.; Clement, D.L.; Coca, A.; de Simone, G.; Dominiczak, A.; et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur. Heart J.* **2018**, *39*, 3021–3104. [CrossRef] [PubMed]
43. Noronha, J.C.; Thom, G.; Lean, M.E.J. Total Diet Replacement within an Integrated Intensive Lifestyle Intervention for Remission of Type 2 Diabetes: Lessons from DiRECT. *Front. Endocrinol.* **2022**, *13*, 888557. [CrossRef] [PubMed]
44. Osadnik, K.; Osadnik, T.; Lonnie, M.; Lejawa, M.; Reguła, R.; Fronczek, M.; Gawlita, M.; Wądołowska, L.; Gąsior, M.; Pawlas, N. Metabolically healthy obese and metabolic syndrome of the lean: The importance of diet quality. Analysis of MAGNETIC cohort. *Nutr. J.* **2020**, *19*, 19. [CrossRef] [PubMed]
45. Coenen, P.; Huysmans, M.A.; Holtermann, A.; Krause, N.; Van Mechelen, W.; Straker, L.M.; Van Der Beek, A.J. Do highly physically active workers die early? A systematic review with meta-analysis of data from 193,696 participants. *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 1320–1326. [CrossRef] [PubMed]
46. Halperin, R.O.; Gaziano, J.M.; Sesso, H.D. Smoking and the Risk of Incident Hypertension in Middle-aged and Older Men. *Am. J. Hypertens.* **2008**, *21*, 148–152. [CrossRef] [PubMed]
47. Shah, S.A.; Szeto, A.; Farewell, R.; Shek, A.; Fan, D.; Quach, K.N.; Bhattacharyya, M.; Elmiari, J.; Chan, W.; O'Dell, K.; et al. Impact of High Volume Energy Drink Consumption on Electrocardiographic and Blood Pressure Parameters: A Randomized Trial. *J. Am. Heart Assoc.* **2019**, *8*, e011318. [CrossRef] [PubMed]
48. Roerecke, M.; Kaczorowski, J.; Tobe, S.W.; Gmel, G.; Hasan, O.S.M.; Rehm, J. The effect of a reduction in alcohol consumption on blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Public Health* **2017**, *2*, e108–e120. [CrossRef]
49. Huang, L.; Trieu, K.; Yoshimura, S.; Neal, B.; Woodward, M.; Campbell, N.R.C.; Li, Q.; Lackland, D.T.; Leung, A.A.; Anderson, C.A.M.; et al. Effect of dose and duration of reduction in dietary sodium on blood pressure levels: Systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ* **2020**, *368*, m315. [CrossRef] [PubMed]
50. Nunnally, J.C. *Psychometric Theory*, 2nd ed.; McGraw Hill: New York, NY, USA, 1978.
51. Kowalkowska, J.; Wadolowska, L.; Czarnocinska, J.; Galinski, G.; Dlugosz, A.; Loboda, D.; Czlapka-Matyasik, M. Data-Driven Dietary Patterns and Diet Quality Scores: Reproducibility and Consistency in Sex and Age Subgroups of Poles Aged 15–65 Years. *Nutrients* **2020**, *12*, 3598. [CrossRef]

Oświadczenia kontrybucji współautorów publikacji

Olsztyn, 9.05.2023 r.

OŚWIADCZENIE

o wkładzie poszczególnych autorów w powstanie publikacji

w pracy autorstwa:

Marta Lonnie, Lidia Wądołowska,

pt. **Empirically derived dietary-lifestyle patterns and cardiometabolic health in young men: a review**

opublikowanej w:

Proceedings of the Nutrition Society , 2020, 79(3), pp. 324 - 330

doi: https://doi.org/10.1017/S002966512000693X

Udział autorów polegał na:

Imię i nazwisko autora	Wkład % w powstanie publikacji	Zakres merytoryczny wkładu*	Podpis autora
Marta Lonnie	90	ABC	Marta Lonnie
Lidia Wądołowska	10	ABC	

*Zakres merytoryczny wkładu w powstanie publikacji:

A: koncepcja pracy; B: pisanie publikacji; C: krytyczny przegląd i korekta publikacji;

Olsztyn, 9.05.2023 r.

OŚWIADCZENIE

o wkładzie poszczególnych autorów w powstanie publikacji

w pracy autorstwa:

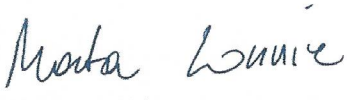
Marta Lonnie, Lidia Wądołowska, Elżbieta Bandurska-Stankiewicz

pt. **Dietary-Lifestyle Patterns Associated with Adiposity and Metabolic Abnormalities in Adult Men under 40 Years Old: A Cross-Sectional Study (MeDiSH® Project).**

opublikowanej w:

Nutrients, 2020, 12(3):751. doi: 10.3390/nu12030751.

Udział autorów polegał na:

Imię i nazwisko autora	Wkład % w powstanie publikacji	Zakres merytoryczny wkładu*	Podpis autora
Marta Lonnie	70	ABCEFGHIJK	
Lidia Wądołowska	20	ABDEGHIJK	
Elżbieta Bandurska-Stankiewicz	10	ABDK	

*Zakres merytoryczny wkładu w powstanie publikacji:

A: koncepcja badania; B: metodologia badawcza; C: przeprowadzenie badania; D: nadzór nad realizacją badania; E: zarządzanie badaniem; F: zarządzanie danymi; G: analiza statystyczna; H; przygotowanie wizualne publikacji; I: pisanie publikacji; J: krytyczny przegląd i korekta publikacji; K: pozyskiwanie funduszy na realizację badania

Olsztyn, 9.05.2023 r.

OŚWIADCZENIE

o wkładzie poszczególnych autorów w powstanie publikacji

w pracy autorstwa:

Marta Lonnie, Lidia Wądołowska, Elżbieta Bandurska-Stankiewicz

pt. **Associations of Dietary-Lifestyle Patterns with Obesity and Metabolic Health: Two-Year Changes in MeDiSH® Study Cohort**

opublikowanej w:

International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(20):13647.

doi: 10.3390/ijerph192013647

Udział autorów polegał na:

Imię i nazwisko autora	Wkład % w powstanie publikacji	Zakres merytoryczny wkładu*	Podpis autora
Marta Lonnie	75	ABCFGHIJK	Marta Lonnie
Lidia Wądołowska	15	ABDHIJK	
Jakub Morze	5	GJ	
Elżbieta Bandurska-Stankiewicz	5	ABDK	

*Zakres merytoryczny wkładu w powstanie publikacji:

A: koncepcja badania; B: metodologia badawcza; C: przeprowadzenie badania; D: nadzór nad realizacją badania; E: zarządzanie badaniem; F: zarządzanie danymi; G: analiza statystyczna; H; przygotowanie wizualne publikacji; I: pisanie publikacji; J: krytyczny przegląd i korekta publikacji; K: pozyskiwanie funduszy na realizację badania