

Wpływ czynników metabolicznych na dietę i płodność

mgr dietetyki

Klaudia Łakoma

komentarz do publikacji

“The Influence of Metabolic Factors and Diet on Fertility”

Klaudia Łakoma, Olha Kukharuk, Daniel Śliż
Nutrients 2023



O AUTORCE

Klaudia Łakoma magister dietetyki oraz promotorka naukowego podejścia do żywienia. W 2019 roku ukończyła studia magisterskie na Uniwersytecie Medycznym we Wrocławiu, broniąc go pracą dyplomową na temat oceny sposobu żywienia i stosowania suplementów diety w wybranych sportach sylwetkowych. Licencjat ukończyła z wyróżnieniem w 2017 roku.

Wykształcenie:

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu
Dietetyka człowieka
2014-2017

Harvard University
Nutrition and Cancer
2019-2020

Warszawski Uniwersytet Medyczny
Doktorat Dietetyka człowieka
2022-2024



@klaudia.lakoma



lakominawiedze.pl

Polskie tłumaczenie i streszczenie publikacji:

Klaudia Łakoma; Olha Kukharuk; Daniel Śliż. The Influence of Metabolic Factors and Diet on Fertility. *Nutrients* 2023, 15(5), 1180.
<https://doi.org/10.3390/nu15051180>

Keywords:

płodność, dieta dla płodności, odżywianie, oparty na roślinach, dieta propłodnościowa, zdrowie reprodukcyjne, wzorce żywieniowe, bezpłodność, czynniki metaboliczne

Wydawca:

USP Zdrowie Sp. z o. o.
ul. Poleczki 35
02-822 Warszawa



Wiemy, że Twój organizm i potrzeby są unikalne.

Dlatego na co dzień pracujemy z ekspertami, aby wspierać Cię w oparciu o badania naukowe i doświadczenie specjalistów.

Naszą misją jest, aby z pomocą nauki pomóc Ci żyć zdrowo i lepiej korzystać z możliwości Twojego ciała i umysłu.

Żyjemy szwedzką filozofią szczęścia LAGOM – naszym celem jest Twoje zadowolenie ze zdrowia i życia.

Inspiruje nas siła i czystość natury oraz niezłomność Szwedów.

Skuteczność i jakość stawiamy na pierwszym miejscu.



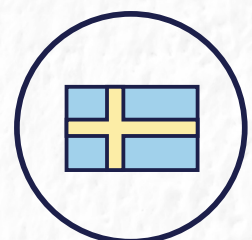
Od 1934 r.



W trosce o zdrowie



W oparciu o naukę



Szwedzka filozofia

WSTĘP

Niepłodność to choroba, której popularność bez przerwy rośnie. Szacuje się, że dotyka aż 15% par w wieku rozrodczym, a to oznacza, że miliony osób nie mogą uzyskać ciąży przez minimum 12 miesięcy, mimo regularnego współżycia bez zabezpieczenia [1-7].

Co istotne, w 20% przypadków przyczyny problemu leżą po stronie obydwu płci [8]. Problemy z płodnością mogą stać się ogromnym ciężarem, prowadząc do narażenia na stres i zwiększonego ryzyka występowania depresji [9, 10]. W poszukiwaniu rozwiązań i najlepszych strategii, ostatnie lata obfitowały w analizę znaczenia czynników związanych ze stylem życia. Dane naukowe wskazują, że odżywianie może mieć negatywny lub pozytywny wpływ na płodność, z podkreśleniem kluczowego znaczenia kaloryczności diety. Istotny jest także rozkład poszczególnych makroskładników, ich jakość i pochodzenie. Wszystko to przekłada się na wzorec żywieniowy [9, 11-14]. Biorąc pod uwagę skalę problemu, szerzenie wiedzy o odżywianiu i aktywności fizycznej to priorytet [15].

MASA CIAŁA, A NIEPŁODNOŚĆ

Wytyczne NICE wskazują masę ciała jako istotny czynnik w kontekście rozrodu, podkreślając jej wpływ na wiele fizjologicznych funkcji organizmu. Zarówno niedowaga, nadwaga, jak i otyłość nie wpływają pozytywnie na zdrowie reprodukcyjne [11, 16-18].

Wśród mężczyzn, niedożywienie organizmu może prowadzić do zaburzeń hormonalnych i obniżenia jakości nasienia [19, 20]. Przewlekły deficyt energii u kobiet często wiąże się z zaburzeniami miesiączkowania [20, 21] i nawet 4-krotnym wydłużeniem czasu potrzebnego do zajścia w ciążę [21].

Problemy pojawiają się także wraz z nadmiarem tkanki tłuszczowej. Około 25% diagnoz niepłodności wiąże się z zaburzeniami owulacji. Istotny jest tu aspekt PCOS (zespołu policystycznych jajników), często powiązany z otyłością brzuszna [16]. Nadwaga może nie tylko stanowić znaczącą barierę dla zajścia w ciążę, ale też zwiększać ryzyko poronienia i nieprawidłowego jej przebiegu [21, 22]. W przypadku mężczyzn, przy wysokiej masie ciała często stwierdza się obniżenie jakości nasienia [19], a także jego innych parametrów [23].

Zaburzenia metaboliczne są powiązane ze stresem oksydacyjnym, uważanym za jeden z głównych czynników prowadzących do obniżenia jakości nasienia [24-26]. Obserwując ogólny spadek stężenia plemników u mężczyzn na przestrzeni lat [27], nie ulega wątpliwości, że edukacja i promowanie zdrowego stylu życia są bardzo ważne. Pamiętajmy jednak, że każdy rodzaj niepłodności wymaga odrębnego podejścia, zależnego od innych implikacji metabolicznych, z którymi zmagają się pacjenci. Nie zawsze mowa o redukcji tkanki tłuszczowej [7, 11, 13, 17, 19, 28-31].

WZORCE ŻYWIENIOWE

Aktualne badania wskazują, że to całokształt sposobu żywienia ma największy wpływ na płodność, a nie poszczególne składniki odżywcze. Właśnie dlatego ważna jest analiza wzorców żywieniowych [2, 21, 32-36]. Doskonałym przykładem jest dieta śródziemnomorska, która zwiększa udane ciążę o 40% wśród par poddawanych in vitro [33, 37, 38].

Na uwagę zasługują też coraz to popularniejsze diety roślinne. Dowody naukowe sugerują, że zwiększone spożycie białka roślinnego, bogatego w błonnik i przeciwutleniacze, a także węglowodanów o niskim indeksie glikemicznym (IG) ma istotny wpływ na płodność [12, 13, 39-41]. Wykazano, że spożywanie 5% energii z białka roślinnego, zamiast zwierzęcego, zmniejsza ryzyko niepłodności bezowulacyjnej o ponad 50% [29].

W każdym wzorcu żywieniowym istotne są żywieniowe komponenty oraz źródła poszczególnych mikro- i makroskładników, ponieważ to one decydują o wpływie diety na płodność (tabela) [13, 14, 42]. To szczególnie ważne w przypadku diet roślinnych, gdzie brak zbilansowania może prowadzić do niedoborów żelaza, zwłaszcza w kontekście zdrowia reprodukcyjnego kobiet [43].

STRES OKSYDACYJNY, ANTYOKSYDANTY

Stres oksydacyjny odgrywa kluczową rolę w patogenezie niepłodności zarówno u mężczyzn, jak i kobiet [44-46]. Nieprawidłowa dieta może prowadzić do jego zwiększenia, a to z kolei do zaburzeń gospodarki węglowodanowej. Insulinooporność i cukrzyca są związane z pogorszeniem płodności [40, 47, 48]. Badania wykazały, że 59% mężczyzn z cukrzycą ma zaburzenia erekcji [49].

W celu poprawy koncentracji i ruchliwości plemników, a nawet wskaźnika ciąży, warto wprowadzić suplementację przeciwutleniaczami [50]. W kilku badaniach wykazano, że zwiększone spożycie owoców i warzyw bogatych w przeciwutleniacze wiąże się z wyższym odsetkiem ruchliwych plemników [42, 51, 52]. Biorąc pod uwagę prawidłową produkcję plemników, ważnymi składnikami są cynk i selen [53-59], a także witamina C i tokoferol [60]. Istotny jest też likopen, wpływający na zwiększenie liczby i przeżywalności plemników [61].

Warto pamiętać, że zmniejszone spożycie białek zwierzęcych może skutkować niedoborem witaminy B12, cynku, wapnia i selenu [55, 59, 62]. Jako, że w dietach roślinnych brakuje witaminy D, jodu i żelaza, w niektórych przypadkach kluczowa okazuje się być suplementacja [63, 64].

NISKI INDEKS I ŁADUNEK GLIKEMICZNY

Zarówno insulinowrażliwość, jak i metabolizm glukozy mogą istotnie wpływać na płodność kobiet i mężczyzn [21, 65, 66]. Szczególne znaczenie mają indeks i ładunek glikemiczny [13]. Dieta z wysokim indeksem glikemicznym negatywnie wpływa zarówno na płodność wśród kobiet, jak i na jakość nasienia [11, 12].

BŁONNIK

Spożywanie nadmiernych ilości błonnika pokarmowego wiąże się ze zwiększonym ryzykiem braku owulacji [67]. Z drugiej strony, dieta bogata w błonnik może mieć pozytywny wpływ na rozrodczość dzięki obniżaniu poziomu glukozy we krwi [66]. Istotny jest balans, choć obserwuje się, że kobiety, które mają problem z płodnością spożywają błonnika zbyt mało [68].

DIETA BEZGLUTENOWA

Zgodnie z zaleceniami, niekorzystne jest bezpodstawne wykluczanie glutenu z diety. Wykazano, że diety bezglutenowe mają niższą wartość odżywczą w porównaniu do tradycyjnych [69, 70]. To ryzykowna interwencja żywieniowa dla płodności, biorąc pod uwagę, że wiąże się ze zmniejszeniem spożycia błonnika, a zwiększeniem podaży nasyconych kwasów tłuszczowych oraz pokarmów o wyższym indeksie glikemicznym [71].

SŁODZONE NAPOJE

Spożywanie słodzonych, gazowanych napojów ma negatywny wpływ na płodność [72-75]. W jednym z prospektywnych badań kohortowych kobiety, które zgłosiły spożywanie trzech lub więcej napojów gazowanych dziennie miały o 52% niższy wskaźnik ciąży w porównaniu z tymi, które ich nie spożywały. Ponadto istnieją dowody na to, że wysokie spożycie cukru wiąże się z niższą jakością nasienia i zwiększoną niepłodnością u mężczyzn [31].

BIAŁKO ROŚLINNE I ZWIERZĘCE

Dieta niskobiałkowa została zidentyfikowana jako potencjalny czynnik ryzyka męskiej niepłodności. Wiąże się to z tym, że może prowadzić do znacznego zmniejszenia masy jąder, najądrzy i pęcherzyków nasiennych, a także obniżenia stężenia testosteronu w surowicy [12]. Doniesienia w piśmiennictwie dotyczące wpływu diety wysokobiałkowej są sprzeczne [76]. W leczeniu niepłodności bezowulacyjnej u kobiet warto wiedzieć, że zwiększenie spożycia białka może prowadzić do prawidłowego bilansu węglowodanowo-insulinowego [77].

Na szczególną uwagę zasługuje białko pochodzenia roślinnego. Odkrycia sugerują, że zastąpienie źródeł białka zwierzęcego tymi pochodzenia roślinnego może zmniejszyć ryzyko niepłodności z powodu braku owulacji [41]. Wykazano też, że przetworzone, czerwone mięso ma szczególnie negatywny wpływ na płodność [78]. Niskie spożycie mięsa połączone z wysokim spożyciem owoców, warzyw i produktów pełnoziarnistych wiąże się ze zwiększoną całkowitą liczbą plemników [79].

SOJA

W świetle aktualnej wiedzy spożywanie soi nie pomaga, ani nie szkodzi parom starającym się naturalnie zażyć w ciążę. Co ciekawe, w kontekście ART wykazano, że spożywanie izoflawonów może zwiększać szanse udanej ciąży [2, 80-82]. Ponadto soja zawiera wiele innych korzystnych składników aktywnych, czego przykładami są fitosterole czy kwas fitynowy. Mimo obaw o fitoestrogeny, negatywnych wpływów nie wykazano także w przypadku mężczyzn [83-85]. Podsumowując, można spekulować, że wyższy udział białka roślinnego, niż zwierzęcego jest korzystniejszy pod względem płodności.

TŁUSZCZE

Zarówno nadmiar, jak i niedobór tłuszczu w diecie przyczyniają się do zaburzeń płodności [86]. Jednak to jakość, a nie ilość wydaje się być ważniejsza w przypadku zaburzeń owulacji [87]. Wydaje się, że najbardziej negatywny wpływ na płodność mają kwasy tłuszczowe trans [88-90]. Większość dowodów potwierdza, że dieta bogata w kwasy tłuszczowe trans i uboga w PUFA (tłuszcze wielonienasycone) ma negatywny wpływ na zdol-

ności reprodukcyjne zdrowych kobiet [91]. Istnieje też powiązanie z jakością nasienia i spermatogenezą. Przekrojowe badanie mężczyzn wykazało, że większe spożycie kwasów tłuszczowych omega-3 wiązało się ze znacznie korzystniejszą morfologią plemników [92].

AWOKADO

Ze względu na ogrom składników odżywczych, kwasu foliowego i potasu, awokado jest ważną częścią diety wspierającej płodność. Spełnia wymagania kategorii owoców bogatych w przeciwutleniacze i błonnik oraz ma profil kwasów tłuszczowych, który jest naturalnie bogaty w tłuszcze jednonienasycone (MUFA), związane z większym prawdopodobieństwem ciąży [93].

RYBY

Metaanaliza 16 badań z randomizacją wykazała pozytywny związek między suplementacją omega-3, a parametrami jakości nasienia u niepłodnych mężczyzn. Z kolei kobiety, które spożywały większe ilości kwasów omega-6, kwasu linolowego i omega-3, częściej zachodziły w ciążę, niż te, które spożywały ich mniej [94]. Włączenie do diety tłustych ryb morskich pozwala na podniesienie poziomu progesteronu, a kwas dokozapentaenowy wspiera problemy związane z brakiem owulacji [95]. Spożycie ryb przed zapłodnieniem in vitro ma pozytywny wpływ na rozwój zarodka i prawdopodobieństwo ciąży [96].

Bazując na ostatnich badaniach, spożycie ryb, zamiast jakiegokolwiek innego pokarmu bogatego w białko, było konsekwentnie związane z większymi szansami na żywe urodzenie. Kontrast był największy w przypadku przetworzonego mięsa [97].

ORZECHY WŁOSKIE

Ze względu na zawartość kwasów omega-3, spożywanie orzechów włoskich ma pozytywny wpływ na płodność. Przy spożyciu 75 g każdego dnia w czasie 12 tygodni, zaobserwowano dłuższą żywotność, ruchliwość i morfologię plemników. Według innego badania, dodanie 60 g mieszanki orzechów do zachodniej diety, spowodowało również wzrost liczby plemników [98, 99].



PODSUMOWANIE

Literatura dotycząca związku między dietą a płodnością rozwija się w błyskawicznym tempie. Powyższe dowody sugerują, że żywienie może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka problemów związanych z płodnością w ogólnej populacji w wieku rozrodczym, a także być skutecznym sposobem leczenia mężczyzn i kobiet doświadczających niepłodności. Co więcej, dobrze zaplanowane odżywianie może również przełożyć się na skuteczność ART.

Zbilansowana dieta roślinna o niskim indeksie glikemicznym, z jak najmniejszym udziałem przetworzonej żywności, wydaje się mieć pozytywny wpływ na płodność, a zwłaszcza we współpracy z dietetykiem w celu uniknięcia niedoborów składników mineralnych czy witamin. Istotne jest spożycie białka roślinnego, przeciwutleniaczy, owoców, warzyw, orzechów, roślin strączkowych, oliwy z oliwek i zapewnienie odpowiedniej podaży błonnika. Aby dieta roślinna miała pozytywny wpływ na płodność, powinna być wzorowana na śródziemnomorskim stylu i działać przeciwzapalnie.

1. Vander Borgh, M.; Wyns, C. Fertility and Infertility: Definition and Epidemiology. *Clin. Biochem.* 2018, 62, 2–10.
2. Gaskins, A.J.; Chavarro, J.E. Diet and Fertility: A Review. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2018, 218, 379–389.
3. Crosignani, P.G.; Albertini, D.F.; Anderson, R.; Bhattacharya, S.; Evers, J.L.H.; McLernon, D.J.; Repping, S.; Somigliana, E.; Baird, D.T.; Diedrich, K.; et al. A Prognosis-Based Approach to Infertility: Understanding the Role of Time. *Hum. Reprod.* 2017, 32, 1556–1559.
4. Krueger, A.R.; Reed, G.M.; First, M.B.; Marais, A.; Kismodi, E.; Briken, P. Proposals for Paraphilic Disorders in the International Classification of Diseases and Related Health Problems, Eleventh Revision (ICD-11). *Arch. Sex. Behav.* 2017, 46, 1529–1545.
5. Mascarenhas, M.N.; Flaxman, S.R.; Boerma, T.; Vanderpoel, S.; Stevens, G.A. National, Regional, and Global Trends in Infertility Prevalence Since 1990: A Systematic Analysis of 277 Health Surveys. *PLoS Med.* 2012, 9, e1001356.
6. Agarwal, A.; Mulgund, A.; Hamada, A.; Chyatte, M.R. A Unique View on Male Infertility around the Globe. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2015, 13, 37.
7. Salas-Huetos, A.; Bulló, M.; Salas-Salvadó, J. Dietary Patterns, Foods and Nutrients in Male Fertility Parameters and Fecundability: A Systematic Review of Observational Studies. *Hum. Reprod. Update* 2017, 23, 371–389.
8. Leaver, R.B. Male Infertility: An Overview of Causes and Treatment Options. *Br. J. Nurs.* 2016, 25, S35–S40.
9. Panth, N.; Gavarkovs, A.; Tamez, M.; Mattei, J. The Influence of Diet on Fertility and the Implications for Public Health Nutrition in the United States. *Front. Public Health* 2018, 6, 211.
10. Simionescu, G.; Doroftei, B.; Maftei, R.; Obreja, B.-E.; Anton, E.; Grab, D.; Ilea, C.; Anton, C. The Complex Relationship between Infertility and Psychological Distress (Review). *Exp. Ther. Med.* 2021, 21, 306.
11. Skoracka, K.; Eder, P.; Łykowska-Szuber, L.; Dobrowolska, A.; Krela-Kaźmierczak, I. Diet and Nutritional Factors in Male (In)Fertility—Underestimated Factors. *J. Clin. Med.* 2020, 9, 1400.
12. Ferramosca, A.; Zara, V. Diet and Male Fertility: The Impact of Nutrients and Antioxidants on Sperm Energetic Metabolism. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 2542.
13. Skoracka, K.; Ratajczak, A.E.; Rychter, A.M.; Dobrowolska, A.; Krela-Kaźmierczak, I. Female Fertility and the Nutritional Approach: The Most Essential Aspects. *Adv. Nutr.* 2021, 12, 2372–2386. [Google Scholar] [CrossRef]
14. Arab, A.; Rafie, N.; Mansourian, M.; Miraghajani, M.; Hajianfar, H. Dietary Patterns and Semen Quality: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Andrology* 2018, 6, 20–28.
15. Khosrorad, T.; Dolatian, M.; Riaz, H.; Mahmoodi, Z.; Alavimajd, H.; Shahsavari, S.; Bakhtiari, M. Comparison of Lifestyle in Fertile and Infertile Couples in Kermanshah during 2013. *Iran. J. Reprod. Med.* 2015, 13, 549–556.
16. Carson, S.A.; Kallen, A.N. Diagnosis and Management of Infertility: A Review. *JAMA—J. Am. Med. Assoc.* 2021, 326, 65–76.
17. Silvestris, E.; de Pergola, G.; Rosania, R.; Loverro, G. Obesity as Disruptor of the Female Fertility. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2018, 16, 22.
18. O'Flynn, N. NICE Fertility: Assessment and Treatment for People with Fertility Problems: NICE guideline. *Br. J. Gen. Pract.* 2014, 64, 50–51.
19. Guo, D.; Xu, M.; Zhou, Q.; Wu, C.; Ju, R.; Dai, J.; Arora, G. Is Low Body Mass Index a Risk Factor for Semen Quality? A PRISMA-Compliant Meta-Analysis. *Medicine* 2019, 98, e16677.
20. Boutari, C.; Pappas, P.D.; Mintzioris, G.; Nigdelis, M.P.; Athanasiadis, L.; Goulis, D.G.; Mantzoros, C.S. The Effect of Underweight on Female and Male Reproduction. *Metabolism* 2020, 107, 154229.
21. Fontana, R.; Della Torre, S. The Deep Correlation between Energy Metabolism and Reproduction: A View on the Effects of Nutrition for Women Fertility. *Nutrients* 2016, 8, 87.
22. Nikokavoura, E.A.; Johnston, K.L.; Broom, J.; Wrieden, W.L.; Rolland, C. Weight Loss for Women with and without Polycystic Ovary Syndrome Following a Very Low-Calorie Diet in a Community-Based Setting with Trained Facilitators for 12 Weeks. *Diabetes, Metab. Syndr. Obes. Targets Ther.* 2015, 8, 495–503.
23. Leisegang, K.; Sengupta, P.; Agarwal, A.; Henkel, R. Obesity and Male Infertility: Mechanisms and Management. *Andrologia* 2021, 53, e13617.
24. Ricci, E.; Al-Beitawi, S.; Cipriani, S.; Alteri, A.; Chiaffarino, F.; Candiani, M.; Gerli, S.; Viganó, P.; Parazzini, F. Dietary Habits and Semen Parameters: A Systematic Narrative Review. *Andrology* 2018, 6, 104–116.
25. Chambers, T.J.; Anderson, R.A. The Impact of Obesity on Male Fertility. *Hormones* 2015, 14, 563–568.
26. El Salam, M.A.A. Obesity, an Enemy of Male Fertility: A Mini Review. *Oman Med. J.* 2018, 33, 3–6.
27. Sengupta, P.; Dutta, S.; Krajewska-Kulak, E. The Disappearing Sperms: Analysis of Reports Published Between 1980 and 2015. *Am. J. Men's Health* 2017, 11, 1279–1304.
28. Shang, Y.; Zhou, H.; He, R.; Lu, W. Dietary Modification for Reproductive Health in Women With Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Endocrinol.* 2021, 12, 735954.
29. Chavarro, J.E.; Rich-Edwards, J.W.; Rosner, B.A.; Willett, W.C. Diet and Lifestyle in the Prevention of Ovulatory Disorder Infertility. *Obstet. Gynecol.* 2007, 110, 1050–1058.
30. Ricci, E.; Al-Beitawi, S.; Cipriani, S.; Alteri, A.; Chiaffarino, F.; Candiani, M.; Gerli, S.; Viganó, P.; Parazzini, F. Dietary Habits and Semen Parameters: A Systematic Narrative Review. *Andrology* 2018, 6, 104–116.
31. Giali, L.; Mohammadmoradi, S.; Javidan, A.; Sadeghi, M.R. Nutritional Modifications in Male Infertility: A Systematic Review Covering 2 Decades. *Nutr. Rev.* 2016, 74, 118–130.
32. Schulze, M.B.; Martínez-González, M.A.; Fung, T.T.; Lichtenstein, A.H.; Forouhi, N.G. Food Based Dietary Patterns and Chronic Disease Prevention. *BMJ* 2018, 361, k2396.
33. Carlos, S.; De La Fuente-Arillaga, C.; Bes-Rastrollo, M.; Razquin, C.; Rico-Campà, A.; Martínez-González, M.A.; Ruiz-Canela, M. Mediterranean Diet and Health Outcomes in the SUN Cohort. *Nutrients* 2018, 10, 439.
34. Wu, S.; Zhang, X.; Zhao, X.; Hao, X.; Zhang, S.; Li, P.; Tan, J. Preconception Dietary Patterns and Associations With IVF Outcomes: An Ongoing Prospective Cohort Study. *Front. Nutr.* 2022, 9, 808355.
35. Figueroa, C.; Echeverría, G.; Villarreal, G.; Martínez, X.; Ferreccio, C.; Rigotti, A. Introducing Plant-Based Mediterranean Diet as a Lifestyle Medicine Approach in Latin America: Opportunities Within the Chilean Context. *Front. Nutr.* 2021, 8, 680452.
36. Hu, F.B. Dietary Pattern Analysis: A New Direction in Nutritional Epidemiology. *Curr. Opin. Lipidol.* 2002, 13, 3–9.
37. Salas-Huetos, A.; Babio, N.; Carrell, D.T.; Bulló, M.; Salas-Salvadó, J. Adherence to the Mediterranean Diet Is Positively Associated with Sperm Motility: A Cross-Sectional Analysis. *Sci. Rep.* 2019, 9, 3389.
38. Vujkovic, M.; De Vries, J.H.; Lindemans, J.; MacKlon, N.S.; Van Der Spek, P.J.; Steegers, E.A.P.; Steegers-Theunissen, R.P.M. The Preconception Mediterranean Dietary Pattern in Couples Undergoing In Vitro Fertilization/Intracytoplasmic Sperm Injection Treatment Increases the Chance of Pregnancy. *Fertil. Steril.* 2010, 94, 2096–2101.
39. McGrice, M.; Porter, J. The Effect of Low Carbohydrate Diets on Fertility Hormones and Outcomes in Overweight and Obese Women: A Systematic Review. *Nutrients* 2017, 9, 204.
40. Chavarro, J.E.; Rich-Edwards, J.W.; Rosner, B.A.; Willett, W.C. A Prospective Study of Dietary Carbohydrate Quantity and Quality in Relation to Risk of Ovulatory Infertility. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2009, 63, 78–86.
41. Chavarro, J.E.; Rich-Edwards, J.W.; Rosner, B.A.; Willett, W.C. Protein Intake and Ovulatory Infertility. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2008, 198, 210.e1–210.e7.
42. Kljajic, M.; Hammadeh, M.; Wagenpfel, G.; Baus, S.; Sklavounos, P.; Solomayer, E.F.; Kasoha, M. Impact of the Vegan Diet on Sperm Quality and Sperm Oxidative Stress Values: A Preliminary Study. *J. Hum. Reprod. Sci.* 2021, 14, 365–371.
43. Pawlak, R.; Berger, J.; Hines, I. Iron Status of Vegetarian Adults: A Review of Literature. *Am. J. Lifestyle Med.* 2018, 12, 486–498.
44. Agarwal, A.; Aponte-Mellado, A.; Premkumar, B.J.; Shaman, A.; Gupta, S. The Effects of Oxidative Stress on Female Reproduction: A Review. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2012, 10, 49.
45. Alahmar, A. Role of Oxidative Stress in Male Infertility: An Updated Review. *J. Hum. Reprod. Sci.* 2019, 12, 4–18.
46. Wojsiat, J.; Korczyński, J.; Borowiecka, M.; Żbikowska, H.M. The Role of Oxidative Stress in Female Infertility and in Vitro Fertilization. *Postępy Hig. Med. Dosw.* 2017, 71, 359–366.
47. Shewita, S.; Tilmisany, A.; Al-Sawaf, H. Mechanisms of Male Infertility: Role of Antioxidants. *Curr. Drug Metab.* 2005, 6, 495–501.
48. Varani, J. Healthful Eating, the Western Style Diet and Chronic Disease. *Approaches Poult. Dairy Vet. Sci.* 2017, 1, 3.
49. Castela, A.; Costa, C. Molecular Mechanisms Associated with Diabetic Endothelial-Erectile Dysfunction. *Nat. Rev. Urol.* 2016, 13, 266–274.
50. Busetto, G.M.; Agarwal, A.; Virmani, A.; Antonini, G.; Ragonesi, G.; Del Giudice, F.; Micic, S.; Gentile, V.; De Berardinis, E. Effect of Metabolic and Antioxidant Supplementation on Sperm Parameters in Oligo-Asteno-Teratozoospermia, with and without Varicocele: A Double-Blind Placebo-Controlled Study. *Andrologia* 2018, 50, e12927.
51. Braga, D.P.D.A.F.; Halpern, G.; Figueira, R.D.C.S.; Setti, A.S.; Iaconelli, A.; Borges, E. Food Intake and Social Habits in Male Patients and Its Relationship to Intracytoplasmic Sperm Injection Outcomes. *Fertil. Steril.* 2012, 97, 53–59.
52. Keskes-Ammar, L.; Feki-Chakroun, N.; Rebai, T.; Sahnoun, Z.; Ghoozi, H.; Hammami, S.; Zghal, K.; Fki, H.; Damak, J.; Bahloul, A. Sperm Oxidative Stress and the Effect of an Oral Vitamin E and Selenium Supplement on Semen Quality in Infertile Men. *Arch. Androl.* 2003, 49, 83–94.
53. Kothari, R.P.; Chaudhari, A.R. Zinc Levels in Seminal Fluid in Infertile Males and Its Relation with Serum Free Testosterone. *J. Clin. Diagn. Res.* 2016, 10, CC05–CC08.
54. Yamaguchi, S.; Miura, C.; Kikuchi, K.; Celino, F.T.; Agusa, T.; Tanabe, S.; Miura, T. Zinc Is an Essential Trace Element for Spermatogenesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2009, 106, 10859–10864.
55. Miraminiha, M.; Faroughi, F.; Tahmasbpour, E.; Ebrahimi, P.; Harchegani, A.B. An Overview on Role of Some Trace Elements in Human Reproductive Health, Sperm Function and Fertilization Process. *Rev. Environ. Health* 2019, 34, 339–348.
56. Fallah, A.; Mohammad-Hasani, A.; Colagar, A.H. Zinc Is an Essential Element for Male Fertility: A Review of Zn Roles in Men's Health, Germination, Sperm Quality, and Fertilization. *J. Reprod. Infertil.* 2018, 19, 69–81.
57. Gammoh, N.Z.; Rink, L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients* 2017, 9, 624.
58. Salas-Huetos, A.; James, E.R.; Aston, K.I.; Jenkins, T.G.; Carrell, D.T. Diet and Sperm Quality: Nutrients, Foods and Dietary Patterns. *Reprod. Biol.* 2019, 19, 219–224.
59. Mintzioris, G.; Mousiolis, A.; Duntas, L.H.; Goulis, D.G. Evidence for a Manifold Role of Selenium in Infertility. *Hormones* 2020, 19, 55–59.
60. Majzoub, A.; Agarwal, A. Systematic Review of Antioxidant Types and Doses in Male Infertility: Benefits on Semen Parameters, Advanced Sperm Function, Assisted Reproduction and Live-Birth Rate. *Arab J. Urol.* 2018, 16, 113–124.
61. Durairajanayagam, D.; Agarwal, A.; Ong, C.; Prashast, P. Lycopene and Male Infertility. *Asian J. Androl.* 2014, 16, 420–425.
62. Bakaloudi, D.R.; Halloran, A.; Rippin, H.L.; Oikonomidou, A.C.; Dardavesi, T.I.; Williams, J.; Wickramasinghe, K.; Breda, J.; Chourdakis, M. Intake and Adequacy of the Vegan Diet. A Systematic Review of the Evidence. *Clin. Nutr.* 2021, 40, 3503–3521.
63. Sakkas, H.; Bozidis, P.; Touzios, C.; Kolios, D.; Athanasiou, G.; Athanasopoulou, E.; Gerou, I.; Gartzonika, C. Nutritional Status and the Influence of the Vegan Diet on the Gut Microbiota and Human Health. *Medicina* 2020, 56, 88.
64. Neufingerl, N.; Eilander, A. Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: A Systematic Review. *Nutrients* 2022, 14, 29.
65. Toledo, E.; Lopez-Del Burgo, C.; Ruiz-Zambrana, A.; Donazar, M.; Navarro-Blasco, I.; Martínez-González, M.A.; De Irala, J. Dietary Patterns and Difficulty Conceiving: A Nested Case-Control Study. *Fertil. Steril.* 2011, 96, 1149–1153.
66. Willis, S.K.; Wise, L.A.; Wesselink, A.K.; Rothman, K.J.; Mikkelsen, E.M.; Tucker, K.L.; Trolle, E.; Hatch, E.E. Glycemic Load, Dietary Fiber, and Added Sugar and Fecundability in 2 Preconception Cohorts. *Am. J. Clin. Nutr.* 2020, 112, 27–38.
67. Gaskins, A.J.; Mumford, S.L.; Zhang, C.; Wactawski-Wende, J.; Hovey, K.M.; Whitcomb, B.W.; Howards, P.P.; Perkins, N.J.; Yeung, E.; Schisterman, E.F. Effect of Daily Fiber Intake on Reproductive Function: The BioCycle Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 2009, 90, 1061–1069.
68. Colombo, O.; Pinelli, G.; Comelli, M.; Marchetti, P.; Sieri, S.; Brighenti, F.; Nappi, R.E.; Tagliabue, A. Dietary Intakes in Infertile Women: A Pilot Study. *Nutr. J.* 2009, 8, 53.
69. Rostami, K.; Bold, J.; Parr, A.; Johnson, M.W. Gluten-Free Diet Indications, Safety, Quality, Labels, and Challenges. *Nutrients* 2017, 9, 846.
70. Vici, G.; Belli, L.; Biondi, M.; Polzonetti, V. Gluten Free Diet and Nutrient Deficiencies: A Review. *Clin. Nutr.* 2016, 35, 1236–1241.
71. Diez-Sampedro, A.; Olenick, M.; Maltseva, T.; Flowers, M. A Gluten-Free Diet, Not an Appropriate

- Choice without a Medical Diagnosis. *J. Nutr. Metab.* 2019, 2019, 2438934.
72. Hatch, E.E.; Wesselink, A.K.; Hahn, K.A.; Michiel, J.J.; Mikkelsen, E.M.; Sorensen, H.T.; Rothman, K.J.; Wise, L.A. Intake of Sugar-Sweetened Beverages and Fecundability in a North American Preconception Cohort. *Epidemiology* 2018, 29, 369–378.
 73. Schliep, K.C.; Schisterman, E.F.; Mumford, S.L.; Pollack, A.Z.; Perkins, N.J.; Ye, A.; Zhang, C.J.; Stanford, J.B.; Porucznik, C.A.; Hammoud, A.O.; et al. Energy-Containing Beverages: Reproductive Hormones and Ovarian Function in the Biocycle Study1-3. *Am. J. Clin. Nutr.* 2013, 97, 621–630.
 74. Lim, S.X.; Loy, S.L.; Colega, M.T.; Lai, J.S.; Godfrey, K.M.; Lee, Y.S.; Tan, K.H.; Yap, F.; Shek, L.P.C.; Chong, Y.S.; et al. Prepregnancy Adherence to Plant-Based Diet Indices and Exploratory Dietary Patterns in Relation to Fecundability. *Am. J. Clin. Nutr.* 2022, 115, 559–569.
 75. Hatch, E.E.; Wise, L.A.; Mikkelsen, E.M.; Christensen, T.; Riis, A.H.; Sorensen, H.T.; Rothman, K.J. Caffeinated Beverage and Soda Consumption and Time to Pregnancy. *Epidemiology* 2012, 23, 393–401.
 76. Kemp, B.; Grooten, H.J.G.; Den Hartog, L.A.; Luiting, P.; Verstegen, M.W.A. The Effect of a High Protein Intake on Sperm Production in Boars at Two Semen Collection Frequencies. *Anim. Reprod. Sci.* 1988, 17, 103–113.
 77. Farshchi, H.; Rane, A.; Kennedy, R.L. Diet and Nutrition in Polycystic Ovary Syndrome (PCOS): Pointers for Nutritional Management. *J. Obstet. Gynaecol.* 2007, 27, 762–773.
 78. Zhang, B.; Zhang, B.; Zhang, B.; Zhou, W.; Zhou, W.; Zhou, W.; Shi, Y.; Shi, Y.; et al. Lifestyle and Environmental Contributions to Ovulatory Dysfunction in Women of Polycystic Ovary Syndrome. *BMC Endocr. Disord.* 2020, 20, 19–26.
 79. Karayiannis, D.; Kontogianni, M.D.; Mendorou, C.; Douka, L.; Mastrominas, M.; Yiannakouris, N. Association between Adherence to the Mediterranean Diet and Semen Quality Parameters in Male Partners of Couples Attempting Fertility. *Hum. Reprod.* 2017, 32, 215–222.
 80. Unfer, V.; Casini, M.L.; Gerli, S.; Costabile, L.; Mignosa, M.; Di Renzo, G.C. Phytoestrogens May Improve the Pregnancy Rate in *In Vitro* Fertilization-Embryo Transfer Cycles: A Prospective, Controlled, Randomized Trial. *Fertil. Steril.* 2004, 82, 1509–1513.
 81. Mumford, S.L.; Sundaram, R.; Schisterman, E.F.; Sweeney, A.M.; Barr, D.B.; Rybak, M.E.; Maisog, J.M.; Parker, D.L.; Pfeiffer, C.M.; Louis, G.M.B. Higher Urinary Lignan Concentrations in Women but Not Men Are Positively Associated with Shorter Time to Pregnancy. *J. Nutr.* 2014, 144, 352–358.
 82. Vanegas, J.C.; Afeiche, M.C.; Gaskins, A.J.; Mínguez-Alarcón, L.; Williams, P.L.; Wright, D.L.; Toth, T.L.; Hauser, R.; Chavarro, J.E. Soy Food Intake and Treatment Outcomes of Women Undergoing Assisted Reproductive Technology. *Fertil. Steril.* 2015, 103, 749–755.
 83. Hamilton-Reeves, J.M.; Vazquez, G.; Duval, S.J.; Phipps, W.R.; Kurzer, M.S.; Messina, M.J. Clinical Studies Show No Effects of Soy Protein or Isoflavones on Reproductive Hormones in Men: Results of a Meta-Analysis. *Fertil. Steril.* 2010, 94, 997–1007.
 84. Van Die, M.D.; Bone, K.M.; Williams, S.G.; Pirotta, M.V. Soy and Soy Isoflavones in Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *BJU Int.* 2014, 113, E119–E130.
 85. Reed, K.E.; Camargo, J.; Hamilton-Reeves, J.; Kurzer, M.; Messina, M. Neither Soy nor Isoflavone Intake Affects Male Reproductive Hormones: An Expanded and Updated Meta-Analysis of Clinical Studies. *Reprod. Toxicol.* 2021, 100, 60–67.
 86. Chavarro, J.E.; Rich-Edwards, J.W.; Rosner, B.A.; Willett, W.C. Dietary Fatty Acid Intakes and the Risk of Ovulatory Infertility. *Am. J. Clin. Nutr.* 2007, 85, 231–237.
 87. Bauer, J.L.; Kuhn, K.; Bradford, A.P.; Al-Safi, Z.A.; Harris, M.A.; Eckel, R.H.; Robledo, C.Y.; Malkhasyan, A.; Johnson, J.; Gee, N.R.; et al. Reduction in FSH Throughout the Menstrual Cycle After Omega-3 Fatty Acid Supplementation in Young Normal Weight but Not Obese Women. *Reprod. Sci.* 2019, 26, 1025–1033.
 88. Lefevre, M.; Lovejoy, J.C.; Smith, S.R.; Delany, J.P.; Champagne, C.; Most, M.M.; Denkins, Y.; De Jonge, L.; Rood, J.; Bray, G.A. Comparison of the Acute Response to Meals Enriched with Cis- or Trans-Fatty Acids on Glucose and Lipids in Overweight Individuals with Differing FABP2 Genotypes. *Metabolism* 2005, 54, 1652–1658.
 89. Belani, M.; Purohit, N.; Pillai, P.; Gupta, S. Modulation of Steroidogenic Pathway in Rat Granulosa Cells with Subclinical Cd Exposure and Insulin Resistance: An Impact on Female Fertility. *Biomed Res. Int.* 2014, 2014, 460251.
 90. Baer, D.J.; Judd, J.T.; Clevidence, B.A.; Tracy, R.P. Dietary Fatty Acids Affect Plasma Markers of Inflammation in Healthy Men Fed Controlled Diets: A Randomized Crossover Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004, 79, 969–973.
 91. Wise, L.A.; Wesselink, A.K.; Tucker, K.L.; Saklani, S.; Mikkelsen, E.M.; Cueto, H.; Riis, A.H.; Trolle, E.; McKinnon, C.J.; Hahn, K.A.; et al. Dietary Fat Intake and Fecundability in 2 Preconception Cohort Studies. *Am. J. Epidemiol.* 2018, 187, 60–74.
 92. Attaman, J.A.; Toth, T.L.; Furtado, J.; Campos, H.; Hauser, R.; Chavarro, J.E. Dietary Fat and Semen Quality among Men Attending a Fertility Clinic. *Hum. Reprod.* 2012, 27, 1466–1474.
 93. Comerford, K.B.; Ayoub, K.T.; Murray, R.D.; Atkinson, S.A. The Role of Avocados in Maternal Diets during the Periconceptional Period, Pregnancy, and Lactation. *Nutrients* 2016, 8, 313.
 94. Moran, L.J.; Tsagareli, V.; Noakes, M.; Norman, R. Altered Preconception Fatty Acid Intake Is Associated with Improved Pregnancy Rates in Overweight and Obesewomen Undertaking *In Vitro* Fertilisation. *Nutrients* 2016, 8, 10.
 95. Mumford, S.L.; Chavarro, J.E.; Zhang, C.; Perkins, N.J.; Sjaarda, L.A.; Pollack, A.Z.; Schliep, K.C.; Michels, K.A.; Zarek, S.M.; Plowden, T.C.; et al. Dietary Fat Intake and Reproductive Hormone Concentrations and Ovulation in Regularly Menstruating Women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2016, 103, 868–877.
 96. Braga, D.P.A.F.; Halpern, G.; Setti, A.S.; Figueira, R.C.S.; Iaconelli, A.; Borges, E. The Impact of Food Intake and Social Habits on Embryo Quality and the Likelihood of Blastocyst Formation. *Reprod. Biomed. Online* 2015, 31, 30–38.
 97. Nassan, F.L.; Chiu, Y.H.; Vanegas, J.C.; Gaskins, A.J.; Williams, P.L.; Ford, J.B.; Attaman, J.; Hauser, R.; Chavarro, J.E. Intake of Protein-Rich Foods in Relation to Outcomes of Infertility Treatment with Assisted Reproductive Technologies. *Am. J. Clin. Nutr.* 2018, 108, 1104–1112.
 98. Salas-Huetos, A.; Moraleda, R.; Giardina, S.; Anton, E.; Blanco, J.; Salas-Salvado, J.; Bulló, M. Effect of Nut Consumption on Semen Quality and Functionality in Healthy Men Consuming a Western-Style Diet: A Randomized Controlled Trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 2018, 108, 953–962.
 99. Robbins, W.A.; Xun, L.; FitzGerald, L.Z.; Esguerra, S.; Henning, S.M.; Carpenter, C.L. Walnuts Improve Semen Quality in Men Consuming a Western-Style Diet: Randomized Control Dietary Intervention Trial. *Biol. Reprod.* 2012, 87, 101–108.