

Załącznik 3A
Do wniosku z dnia 22 lutego 2023
o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

AUTOREFERAT
Agnieszka Żelaźniewicz

Dziedzina NAUK ŚCISŁYCH I PRZYRODNICZYCH
Dyscyplina NAUKI BIOLOGICZNE

Zakład Biologii Człowieka
Wydział Nauk Biologicznych
Uniwersytet Wrocławski

Wrocław 2023

1. Imię i nazwisko: Agnieszka Żelaźniewicz

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:

2015 – doktor nauk biologicznych

Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

Praca doktorska „Zmiana morfologii piersi w okresie ciąży jako wskaźnik inwestycji prenatalnej i laktacyjnej kobiety”

promotor: prof. dr hab. Bogusław Pawłowski

Praca została wyróżniona przez Radę Wydziału Nauk Biologicznych UWr.

2009 – magister biologii, specjalność biologia człowieka

Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

Praca dyplomowa „Atrakcyjność kobiecych piersi w ocenie mężczyzn karmionych i nie karmionych piersią”

Opiekun: prof. dr hab. Bogusław Pawłowski

2003-2007 – Studium Przygotowania Pedagogicznego, Uniwersytet Wrocławski

2007 – licencjat, biologia

Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

Praca dyplomowa „Cechy rodziców a płeć dziecka”

Opiekun: dr hab. Krzysztof Borysławski, prof. UWr

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych:

2015-obecnie: Adiunkt, Zakład Biologii Człowieka, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

2014-2015: Asystent, Katedra Biologii Człowieka, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

2009-2010: Samodzielny biolog, Zakład Antropologii, Polska Akademia Nauk

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Adaptacyjne znaczenie atrakcyjności fizycznej jako potencjalnego wskaźnika kondycji biologicznej.

b) Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego - cykl prac stanowiących osiągnięcie naukowe obejmuje 6 artykułów naukowych powstałych w latach 2020-2022, o łącznym współczynniku $IF_{2021}=34,502$ ($IF_{5y}=35,761$). Przy każdej pracy określono udział własny w jej powstaniu:

Osiągnięciem naukowym jest cykl sześciu powiązanych ze sobą tematycznie artykułów naukowych, na który składa się jedna praca przeglądowa i pięć prac oryginalnych (Tabela 1). Artykuły zostały opublikowane w czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Report* (JCR) w latach 2020-2022. Oświadczenia współautorów, określające indywidualny

wkład w powstanie każdej z publikacji stanowią Załącznik nr 5, natomiast kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia zostały zawarte w Załączniku nr 6.

Tabela 1. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe uwzględniający opis wkładu wnioskodawcy, dane naukometryczne czasopism wg bazy JCR oraz liczbę cytowań wg bazy Scopus.

Lp.		Impact Factor ¹		Punktacja MNiSW/MEiN ²	Liczba cytowań ³
		IF ₂₀₂₁	IF _{5y}		
A1	Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Łącka, P., Pawłowski, B. (2020). Facial appearance and metabolic health biomarkers in women. <i>Scientific Reports</i> , 10(1), 1-8.	4,997	5,516	140	5/4
<i>Wkład Wnioskodawcy: współpracowanie pomysłu badawczego, współorganizację badań i zbieranie danych, standaryzacja fotografii, opracowanie ankiet online, koncepcja artykułu, obliczenia statystyczne i interpretacja wyników, napisanie tekstu artykułu z pomocą współautorów, napisanie odpowiedzi na uwagi recenzentów i ostatecznej wersji artykułu. Wnioskodawca jest również autorem korespondencyjnym.</i>					
A2	Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Studzińska, I., Pawłowski, B. (2020). Do adipokines levels influence facial attractiveness of young women? <i>American Journal of Physical Anthropology</i> , 173(2), 250-257.	2,963	2,972	140	1/1
<i>Wkład Wnioskodawcy: współpracowanie pomysłu badawczego, współorganizację badań i zbieranie danych, standaryzacja fotografii, wykonanie ankiety internetowej, koncepcja artykułu, obliczenia statystyczne i interpretacja wyników, napisanie tekstu artykułu z pomocą współautorów, przygotowanie odpowiedzi na uwagi recenzentów i napisanie ostatecznej wersji artykułu. Wnioskodawca jest również autorem korespondencyjnym.</i>					
A3	Żelaźniewicz, A., Nowak-Kornicka, J., Zbyrowska, K., Pawłowski, B. (2021). Predicted reproductive longevity and women's facial attractiveness. <i>PLoS One</i> , 16(3), e0248344	3,752	4,069	100	1/1
<i>Wkład Wnioskodawcy: współpracowanie pomysłu badawczego, współorganizację badań i zbieranie danych, standaryzacja fotografii, przygotowanie ankiet online, koncepcja artykułu, obliczenia statystyczne i interpretacja wyników, napisanie tekstu artykułu, odpowiedzi na uwagi recenzentów i ostatecznej wersji artykułu. Wnioskodawca jest również autorem korespondencyjnym.</i>					
A4	Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Pawłowski, B. (2020). Birth size and morphological femininity in adult women. <i>BMC Evolutionary Biology</i> , 20(1), 1-8.	3,438	3,898	100	2/2

	<i>Wkład Wnioskodawcy: współpracywanie pomysłu badawczego, współorganizację badań i zbieranie danych, pomiar feminizacji twarzy, koncepcja artykułu, obliczenia statystyczne i interpretacja wyników, napisanie tekstu artykułu, odpowiedzi na uwagi recenzentów i ostatecznej wersji artykułu. Wnioskodawca jest również autorem korespondencyjnym.</i>				
A5	Żelaźniewicz, A. , Nowak-Kornicka, J., Osochocka, A. Pawłowski, B. (2022) Perceived facial age and biochemical indicators of glycemia in adult men and women. <i>Scientific Reports(1)</i> , 1-10.	4,997	5,516	140	0/0
	<i>Wkład Wnioskodawcy: współpracywanie pomysłu badawczego, współorganizację badań i zbieranie danych, standaryzacja fotografii, przygotowanie ankiet online, koncepcja artykułu, obliczenia statystyczne i interpretacja wyników, napisanie tekstu artykułu, odpowiedzi na uwagi recenzentów i ostatecznej wersji artykułu. Wnioskodawca jest również autorem korespondencyjnym.</i>				
Artykuł przeglądowy, proponujący nową hipotezę					
A6	Pawłowski, B., Żelaźniewicz, A. (2021). The evolution of perennially enlarged breasts in women: A critical review and a novel hypothesis. <i>Biological Reviews</i> , 96(6), 2794-2809.	14,355	14,79	200	2/2
	<i>Wkład Wnioskodawcy: współpracywanie założeń i struktury artykułu, współautorstwo zaproponowanej hipotezy, przeprowadzenie przeglądu literatury, współautorstwo artykułu i przygotowanie ostatecznej wersji artykułu, współautorstwo w odpowiedzi na uwagi recenzentów. Wnioskodawca jest również autorem korespondencyjnym.</i>				

¹ Impact factor podany na podstawie bazy Journal Cite Reports (Clarivate, ISI Web of Knowledge).

² Na podstawie załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki (MEiN) z dnia 9.02.2021 r. w sprawie wykazu czasopism i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

³ Liczba cytowań wg bazy Scopus (stan na dzień 22.02.2023): liczba cytowań /liczba cytowań bez autocytowań

Łączny IF₂₀₂₁=34,502

Łączny IF₂₀₂₁=35,761

Łączna liczba punktów MEiN₂₀₂₁=820

Łączna liczba cytowań/Liczba cytowań bez autocytowań: 11/10

Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

WSTĘP

Badania międzykulturowe pokazują, że istnieją cechy fizyczne uniwersalnie postrzegane jako atrakcyjne (np. umięśnienie u mężczyzn czy piersi lub usta u kobiet), których wygląd ma znaczenie w wyborze potencjalnego partnera, podczas gdy inne cechy nie są tak ważne w tym kontekście (np. mały palec czy łokieć). Próby wytłumaczenia znaczenia tych cech i preferencji względem nich sięgają co najmniej Platona, nie dając jednak jednoznacznej

odpowiedzi (Sugiyama, 2015). Warto pamiętać, że znaczenie atrakcyjności fizycznej nie ogranicza się do wyboru potencjalnego partnera do rozrodu i doboru płciowego, ale również ma wpływ na to jakie cechy przypisujemy innym w sytuacjach społecznych, mając realny wpływ na sukces zawodowy, wysokość zarobków i status społeczny (Dossinger i wsp., 2019), wybory polityczne (Verhulst i wsp., 2010), czy wyroki sądowe (Aholá i wsp., 2009) i dlatego zagadnienia te znajdują się w centrum zainteresowania nie tylko nauk biologicznych ale i społecznych.

Większość współczesnych hipotez ewolucyjnych zakłada, że cechy atrakcyjne fizycznie są wskaźnikiem lub sygnałem biologicznym, informującym o kondycji biologicznej osobnika („dobrych genach”) pozwalając na wybór partnera do rozrodu o możliwie najlepszym zdrowiu czy płodności, co potencjalnie zwiększy sukces reprodukcyjny wybierającego (Little i wsp., 2011). A więc, cechy takie jak poziom dymorfizmu płciowego, symetria, czy gładka skóra powinny być obecne jedynie u osobników o wysokiej płodności i lepszym zdrowiu (Henderson i wsp., 2016). Pewnym uzupełnieniem hipotezy dobrych genów jest hipoteza upośledzenia, która zakłada, że wykształcenie cech postrzeganych jako atrakcyjne wiąże się z kosztem biologicznym, który może zostać poniesiony jedynie przez osobniki o lepszej kondycji biologicznej, co zapewnia wiarygodność i uczciwość sygnału (Zahavi, 1975).

Dotychczasowe badania nad związkiem atrakcyjności fizycznej z miernikami kondycji biologicznej dają jednak niejednorodne, często sprzeczne wyniki (Cai i wsp., 2019; Foo i wsp., 2017; Henderson i wsp., 2016) i nadal brakuje rzetelnych badań empirycznych, weryfikujących te zależności (Mengelkoch i wsp., 2022). Częściowo może wynikać to z wykorzystanych mierników kondycji biologicznej, które w wielu badaniach oparte są o cechy, będące jedynie wskaźnikiem wybranych aspektów kondycji biologicznej, ale nie ich bezpośrednimi miernikami. Przykładowo, niektóre badania pokazują, że atrakcyjność twarzy koreluje dodatnio z płodnością kobiety, ocenioną na podstawie liczby posiadanych dzieci (Jokela, 2009; Pflüger i wsp., 2012). Badania te prowadzone jednak były w Karyntii (Austria) (Pflüger i wsp., 2012) oraz Stanach Zjednoczonych (Jokela, 2009), gdzie dzietność jest ograniczona a decyzje reprodukcyjne są planowane w zależności od wielu innych czynników (np. sytuacji materialnej). Lepszą metodą może być wykorzystanie hormonalnych mierników płodności, jednak brak jednoznacznego potwierdzenia zależności między cechami atrakcyjności a płodnością w takich badaniach wskazuje na potrzebę ich kontynuacji. Przykładowo, Jones i wsp. (2018) nie pokazali związku między postrzeganą atrakcyjnością twarzy a poziomem estradiolu czy progesteronu. Inne badania pokazują, że to niski poziom testosteronu oraz wysoki poziom estradiolu są związane z atrakcyjnością kobiety, a nie sam poziom estradiolu (Probst et al., 2016). Może to sugerować, że w wyborze potencjalnej partnerki bardzo ważne jest unikanie obniżonej płodności, ale niekoniecznie poszukiwanie możliwie wysokiej płodności. Z drugiej strony, Jasieńska i wsp. (2004) pokazali dodatnią korelację między poziomem estradiolu a wielkością piersi, a Law Smith i wsp. (2006) dodatnią korelację między poziomem estradiolu i postrzeganą atrakcyjnością twarzy.

Również wyniki badań nad związkiem atrakcyjności mężczyzn z płodnością nie są jednoznaczne. Część badań pokazuje zależność między atrakcyjnością twarzy a jakością nasienia u mężczyzn (Soler i wsp., 2014), podczas gdy inne nie potwierdzają tej zależności (Foo i wsp., 2017; Peters i wsp., 2008). Podobnie, niektóre badania pokazują dodatnią zależność między atrakcyjnością fizyczną mężczyzn a poziomem testosteronu, podczas gdy inne

pokazują, że postrzegana atrakcyjność twarzy mężczyzn nie jest związana z poziomem androgenów (Swaddle i wsp., 2002).

Również wyniki badań zależności między atrakcyjnością fizyczną a zdrowiem nie są jednoznaczne. Niektóre badania pokazują albo brak takiej zależności (Milne i wsp., 2003; Rantala i wsp., 2013a; Rhodes i wsp., 2003) albo dodatnią korelację (Arnocky i wsp., 2023; Gray i Boothroyd, 2012; Nedelec i Beaver, 2014). Wyniki jednak nie są jednorodne dla wszystkich wskaźników zdrowia czy atrakcyjności, a także różnią się między płciami (Hume i Montgomerie, 2001; Rhodes i wsp., 2003), wskazując na potrzebę kontynuacji takich badań. Inne badania pokazały, że atrakcyjność twarzy jest dodatnio związana ze zdrowiem w młodszym wieku, a jednocześnie słabszym przyszłym zdrowiem, sugerując istnienie kompromisu między różnymi komponentami kondycji biologicznej (Boothroyd i wsp., 2013).

Dotychczasowe badania nie potwierdzają również jednoznacznie, że cechy atrakcyjne fizycznie łączą się z jakimkolwiek kosztem biologicznym, a założenia hipotezy upośledzenia są często krytykowane (Penn i Szamado, 2020). Przykładowo, niektóre badania pokazują dodatnią zależność między stopniem maskulinizacji, atrakcyjnością, poziomem testosteronu a odpornością immunologiczną u mężczyzn (Pátková i wsp., 2022; Rantala i wsp., 2013b; Phalane i wsp., 2017), podczas gdy inne nie potwierdzają istnienia takiej zależności (Cai i wsp., 2019; Nowak i wsp., 2018; Nowak-Kornicka i wsp., 2020; Zaidi i wsp., 2019). Nie zaobserwowano również zależności między atrakcyjnością twarzy a odpornością immunologiczną u kobiet (Foo i wsp., 2017; Rantala i wsp., 2013a). Wyniki dotychczasowych badań sugerują, że zależności te są nie tylko różne dla obu płci (Mengelkoch i wsp., 2022), ale mogą być mediowane przez otyłość ciała (Rantala i wsp., 2013a), a także przez status społeczno-ekonomiczny (Luoto i wsp., 2021). Podobnie, badania nad zależnością między atrakcyjnością czy stopniem dymorfizmu płciowego a poziomem stresu oksydacyjnego nie dają jednoznacznych wyników (Foo i wsp., 2017; Gangestad i wsp., 2010).

Wyniki dotychczasowych badań pokazują, że zależność między postrzeganą atrakcyjnością a wskaźnikami kondycji biologicznej, takimi jak płodność, odporność immunologiczna, czy ogólne zdrowie, jest złożona i zależna od wielu czynników. Preferencje względem tych cech mogą też zależeć od warunków środowiskowych, pochodzenia etnicznego, długości relacji, płci oceniającego lub innych czynników (Mengelkoch i wsp. 2022; Voegeli i wsp., 2021). Coraz więcej badań wskazuje również, że poza uwarunkowaniami środowiska, płcią czy wiekiem powinno się uwzględnić kompromisy historii życia w kształtowaniu się takich zależności w ontogenezie (Boothroyd i wsp., 2013), a także pomiędzy poszczególnymi wskaźnikami kondycji (Skrinda i wsp., 2014). Co więcej, większość wcześniejszych badań skupiała się przede wszystkim na badaniu związku atrakcyjności fizycznej z pojedynczymi markerami odporności (Rantala i wsp., 2013a,b; Phalane i wsp., 2017) czy płodności (Law Smith i wsp., 2006), pomijając wiele innych składowych kondycji biologicznej, które mają związek z obecnym i przyszłym zdrowiem. Z ewolucyjnego punktu widzenia, zdrowie jest rozumiane jako optymalne funkcjonowanie organizmu, wynikające nie tylko z przebiegu wielu procesów i funkcji, ale jednocześnie z biologicznych kompromisów między nimi, zachodzących w okresie życia, zapewniających maksymalne dostosowanie w danych warunkach genetycznych i środowiskowych (Wells i wsp., 2017). Ocena kondycji biologicznej w oparciu o pojedynczy parametr odzwierciedlający kondycję biologiczną może być zatem

trudna. Dlatego bardziej ogólne parametry zdrowia mogą być odpowiedniejsze do weryfikacji tych zależności.

Cel naukowy i uzyskane wyniki

Prezentowane osiągnięcie naukowe składa się z cyklu prac, w których badana jest rola atrakcyjności fizycznej jako wskaźnika kondycji biologicznej. W moich badaniach uwzględniłam takie składowe atrakcyjności jak ogólną postrzeganą atrakcyjność twarzy, stopień feminizacji ciała i twarzy, oraz postrzegany wiek. W badaniach opierałam się na innych niż immunologiczne miernikach kondycji biologicznej, mających wpływ na wiele aspektów funkcjonowania organizmu, w tym poziomie adipokin, markerów równowagi metabolicznej oraz glikemii. Analizowałam również znaczenie rozwoju wewnątrzmacicznego oraz możliwe kompromisy między poszczególnymi składowymi kondycji biologicznej dla zależności między atrakcyjnością fizyczną a składowymi kondycji biologicznej. W skład dzieła wchodzi również praca teoretyczna, proponująca hipotezę wyjaśniającą mechanizm ewolucji piersi, jednej z kluczowych cech atrakcyjności kobiety. Należy pamiętać, że wiele z tych cech wyewoluowało jako skutki uboczne innych zmian ewolucyjnych i dopiero w pewnym momencie zostały niejako zaadoptowane jako wskaźniki kondycji biologicznej, co może również do pewnego stopnia wyjaśniać sprzeczne wyniki dotychczasowych badań.

ARTYKUŁ 1:

Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Łacka, P., & Pawłowski, B. (2020). Facial appearance and metabolic health biomarkers in women. *Scientific Reports*, 10(1), 1-8 (DOI: 10.1038/s41598-020-70119-6).

Wyniki przedstawione w pracy powstały w wyniku realizacji projektu badawczego „Znaczenie trzewnej tkanki tłuszczowej dla kondycji biologicznej kobiety.”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2015/19/B/NZ8/02061) i realizowanego w Zakładzie Biologii Człowieka UW w Warszawie pod kierownictwem prof. Bogusława Pawłowskiego. Brałam pełen udział we wszystkich etapach realizacji projektu. Kluczowy wynik pracy pokazuje, że w wyborze potencjalnego partnera unikanie wskaźników obniżonego zdrowia może być ważniejsze niż poszukiwanie wskaźników idealnego zdrowia, co może tłumaczyć relatywnie słabe korelacje oraz niejednorodne wyniki badań nad związkiem atrakcyjności fizycznej z wskaźnikami kondycji biologicznej w dotychczasowych badaniach.

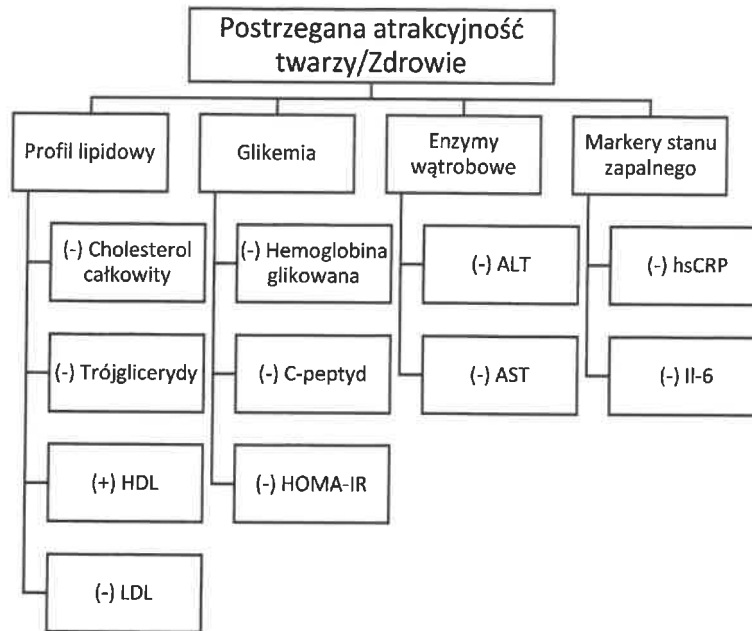
Celem niniejszego badania było sprawdzenie, czy postrzegana atrakcyjność i zdrowie twarzy jest wskaźnikiem homeostazy metabolicznej u kobiet w wieku reprodukcyjnym. Jest to pierwsze badanie uwzględniające ten aspekt kondycji biologicznej w badaniach nad adaptacyjnym znaczeniem atrakcyjności fizycznej. Zaletą niniejszego badania jest kompleksowa ocena zdrowia metabolicznego kobiety w oparciu o wskaźniki fizjologiczne, pozwalająca na dokładną ocenę zależności między postrzeganą atrakcyjnością twarzy ze zmiennością międzyosobniczą biomarkerów zdrowia metabolicznego.

Zdrowie i równowaga metaboliczna, w tym poziom lipidów, glikemii leżą u podłoża wielu składowych kondycji biologicznej, w tym płodności i odporności immunologicznej. Profil lipidowy wiąże się nie tylko z ryzykiem rozwoju chorób kardiometabolicznych czy

przewidywaną długością życia, ale także z płodnością (Yesilaltay i wsp., 2014), a więc może się potencjalnie wiązać z sukcesem reprodukcyjnym kobiety. Cholesterol jest substratem do produkcji hormonów steroidowych, w tym estradiolu i progesteronu, kluczowych hormonów warunkujących płodność u kobiet. Dodatkowo, poziom cholesterolu i innych lipidów w okresie ciąży jest ważny dla rozwoju płodu i ma długofalowe znaczenie dla jego zdrowia w życiu dorosłym (van Montfoort i wsp., 2014). Poziom glikemii określa nie tylko ryzyko rozwoju cukrzycy typu II, ale także jest ujemnie związany z płodnością u kobiet i prawidłowym przebiegiem ciąży (Loy et al., 2021). Z kolei, zaburzenia pracy wątroby mogą leżeć u podłoża pogorszenia jakości skóry czy zaburzeniach wzrastania włosów (Dogra i Jindal, 2011). Również poziom markerów zapalnych leży u podłoża wielu schorzeń, problemów z płodnością i procesów starzenia (Michaud i wsp., 2013).

Dlatego w badaniu sprawdzono zależność między postrzeganą atrakcyjnością a: 1) profilem lipidowym (poziomem cholesterolu, HDL, LDL i trójglicerydów); 2) poziomem glikemii (hemoglobiny glikowanej, C-peptydu, glukozy i insuliny na czczo, wskaźnika HOMA-IR); 3) poziomem enzymów wątrobowych (AST, ALT); 4) poziomem markerów zapalnych (CRP, Il-6). Kontrolowano poziom estradiolu, testosteronu i wartość wskaźnika BMI, które mogą mieć potencjalny związek z postrzeganą atrakcyjnością, a także poziomem badanych wskaźników równowagi fizjologicznej. Do udziału w badaniu zakwalifikowano 161 zdrowe kobiety między 24. a 34. rokiem życia ($X_{\text{wiek}}=28,59$; $sd_{\text{wiek}}=2,34$ lat). Wykonano fotografie twarzy, które następnie, po standaryzacji, zostały ocenione pod kątem atrakcyjności i postrzeganego zdrowia, w ankiecie internetowej, na skali 1-9 (1-zupełnie nieatrakcyjna; 9-bardzo atrakcyjna). Zakładane kierunki korelacji między postrzeganą atrakcyjnością twarzy a markerami równowagi metabolicznej przedstawia Rycina 1.

Wynik badania pokazał, że postrzegana atrakcyjność twarzy koreluje ujemnie z poziomem cholesterolu, LDL, trójglicerydów, BMI i poziomem testosteronu, a dodatnio z poziomem estradiolu. Jednak zależność między postrzeganą atrakcyjnością a poziomem cholesterolu i testosteronu nie była istotna po korekcie dla wielokrotnych porównań. Nie zaobserwowano zależności między postrzeganą atrakcyjnością twarzy a poziomem HDL, poziomem glikemii, poziomem markerów wątrobowych, czy poziomem markerów zapalnych. Postrzegane zdrowie twarzy nie było związane z żadnym z markerów równowagi metabolicznej, a jedynie było ujemnie skorelowane z poziomem BMI, testosteronu i dodatnio z poziomem estradiolu. Dodatkowe analizy z wykorzystaniem analizy składowych głównych pokazały, że postrzegana atrakcyjność twarzy była przede wszystkim związana z poziomem lipidów i to w głównej mierze tych, które są ujemnie związane ze zdrowiem (poziomem cholesterolu, LDL i trójglicerydów - Kilim i Chandala, 2013; Rader i Hovingh, 2014), również przy kontroli BMI i poziomu hormonów płciowych, ale nie tych dodatnio związanych ze zdrowiem (HDL). Wysokie poziomy cholesterolu, LDL i trójglicerydów są dodatnio związane, podczas gdy wyższe poziomy HDL obniżają ryzyko rozwoju chorób kardiometabolicznych, problemów zdrowotnych i ryzyka wcześniejszej śmierci (Kilim i Chandala, 2013; Rader i Hovingh, 2014).



Rycina 1. Zakładane kierunki korelacji w badaniu Żelaźniewicz i wsp. (2020) – (+) oznacza zakładaną dodatnią korelację; (-) oznacza zakładaną ujemną korelację.

Wynik niniejszego badania sugeruje, że atrakcyjność jest przede wszystkim sygnałem braku obciążenia zdrowotnego, ale niekoniecznie najlepszego możliwego zdrowia, co jest zgodne z hipotezą „unikania złych genów” (Zebrowitz i Rhodes, 2004). Z adaptacyjnego punktu widzenia, wyczulenie i unikanie wskaźników obniżonego zdrowia i niższego dostosowania, może być ważniejsze niż poszukiwanie partnera o idealnym zdrowiu, który może być niemożliwy do znalezienia. To może powodować, że korelacja między atrakcyjnością a brakiem zdrowia będzie silniejsza niż korelacja między atrakcyjnością a wskaźnikami lepszego zdrowia.

ARTYKUŁ II:

Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Studzińska, I., & Pawłowski, B. (2020). Do adipokines levels influence facial attractiveness of young women? *American Journal of Physical Anthropology*, 173(2), 250-257 (DOI: 10.1002/ajpa.24114).

Wyniki, przedstawione w tej pracy powstały w wyniku realizacji projektu badawczego „Znaczenie trzewnej tkanki tłuszczowej dla kondycji biologicznej kobiety.”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2015/19/B/NZ8/02061) i realizowanego w Zakładzie Biologii Człowieka UWr pod kierownictwem prof. Bogusława Pawłowskiego. Brałam pełen udział we wszystkich etapach realizacji projektu. Kluczowy wynik pracy pokazuje, że zależność między postrzeganą atrakcyjnością twarzy a hormonami tkanki tłuszczowej jest istotna tylko dla markerów ujemnie związanych ze zdrowiem (poziom leptyny), ale nie dla tych dodatnio związanych ze zdrowiem (poziom adiponektyny).

Celem niniejszego badania było sprawdzenie, czy zależność między postrzeganą atrakcyjnością twarzy a odfuszczeniem ciała może być warunkowane poziomem adipokin -

kluczowych czynników wydzielanych przez tkankę tłuszczową, poprzez które oddziałuje ona na wiele funkcji organizmu. Jest to pierwsze badanie uwzględniające rolę czynników wydzielanych przez tkankę tłuszczową w badaniach nad zależnością między atrakcyjnością fizyczną a poziomem otluszczenia.

Wcześniejsze badania pokazały, że otluszczenie ciała jest wysoko skorelowane z otluszczeniem twarzy, które z kolei ma kluczowe znaczenie dla postrzeganej atrakcyjności (de Jager i wsp., 2018; Re i Rule, 2016). Wiele badań pokazuje, że otluszczenie twarzy jest także jest ujemnie skorelowane ze zdrowiem, w tym zaburzeniami sercowo-naczyniowymi czy liczbą i czasem trwania przeziębień, chorób oddechowych, gryp i częstością stosowania antybiotyków (np. Coetzee i wsp., 2009). Z drugiej strony, badania pokazały ujemny związek poziomu otluszczenia twarzy z odpowiedzią immunologiczną na szczepienie przeciw wirusowemu zapaleniu wątroby typu B (Rantala i wsp., 2013a, b) i wybranymi markerami stresu oksydacyjnego u mężczyzn, ale nie u kobiet (Foo i wsp., 2017). Nie zaobserwowano natomiast zależności między otluszczeniem twarzy i poziomem cytokin i białka C-reaktywnego (CRP) (Phalane i wsp., 2017), ogólną odpornością na infekcje bakteryjne czy aktywnością lizozymu (Foo i wsp., 2017).

W niniejszym badaniu, sugerujemy że te sprzeczne wyniki mogą być spowodowane złożoną rolą pełni tkanki tłuszczowej dla zdrowia. Tkanka tłuszczowa cechuje się wysoką aktywnością sekrecyjną, wydzielając wiele adipokin, kontrolujących apetyt, odporność immunologiczną, płodność, funkcje neuroendokrynologiczne, ale aktywność ta i profil wydzielanych adipokin są różne dla różnych komponentów tkanki tłuszczowej (Guerre-Millo, 2004). Dwie główne adipokiny - leptyna i adiponektyna - są różnie skorelowane z poziomem otluszczenia ciała i mają różny wpływ na zdrowie. Poziom leptyny dodatnio koreluje z otluszczeniem ciała, reguluje homeostazę energetyczną i metabolizm i jest mechanizmem sprzężenia zwrotnego między ilością tkanki tłuszczowej a ośrodkami apetytu w podwzgórzu. Jednak w warunkach nadmiarów energetycznych, nawet krótkotrwałych, efekt leptyny jest osłabiony ze względu na szybko rozwijającą się leptynooporność podwzgórza, a podwyższone poziomy leptyny korelują z niekorzystnym profilem metabolicznym i gorszym zdrowiem, w tym przewlekłym stanem zapalnym, podwyższonym stresem oksydacyjnym, obniżoną płodnością i odpornością immunologiczną (Park i Ahima, 2015). Z kolei, poziom adiponektyny obniża się wraz ze wzrostem otluszczenia, szczególnie wisceralnego, a jej aktywność zwiększa wrażliwość tkanek obwodowych na insulinę, ma działanie przeciwzapalne, antyapoptyczne i antyaterogenne, obniża ryzyko rozwoju chorób kardionaczyniowych, niezależnie od stopnia otluszczenia czy poziomu lipidów (Yamamoto i wsp., 2004). Adiponektyna jest również dodatnio związana z płodnością (Dupont i wsp., 2015). Co więcej, osoby z otyłością, które są zdrowe metabolicznie, wykazują paradoksalnie wysokie poziomy adiponektyny, sugerując jej rolę ochronną przed chorobami związanymi z otyłością, niezależną od samego otluszczenia ciała (Doumatey i wsp., 2012).

W niniejszej pracy postawiono hipotezę, że poziom adipokin jest głównym mechanizmem proksymalnym leżącym u podłoża zależności między postrzeganą atrakcyjnością twarzy a otluszczeniem i sprawdzono, czy istnieje zależność między postrzeganą atrakcyjnością twarzy a poziomem adipokin u kobiet w wieku reprodukcyjnym. Ponieważ tkanka tłuszczowa nie jest jednorodnie aktywna sekrecyjnie a poziom adipokin może nieco inaczej korelować z otluszczeniem twarzy w porównaniu do otluszczenia ciała, może to

wyjaśnić zróżnicowanie wyników badań nad związkiem postrzeganego otłuszczenia twarzy ze zdrowiem. Założono, że poziom leptyny koreluje ujemnie, a poziom adiponektyny dodatnio z postrzeganą atrakcyjnością twarzy u kobiet. Sprawdzono zależność postrzeganej atrakcyjności twarzy zarówno z poziomem adiponektyny i leptyny osobno, jak również stosunkiem poziomu leptyny do adiponektyny, a także możliwą interakcję między dwoma hormonami.

W analizach uwzględniono dane od 174 zdrowych kobiet w wieku 25-34 lat ($X_{\text{wiek}}=28,50$, $sd_{\text{wiek}}=2,40$). Zmierzono poziom adiponektyny, leptyny. W analizach kontrolowano poziom testosteronu i estradiolu w surowicy oraz wartość wskaźnika otłuszczenia ciała (BMI). Wykonano fotografie twarzy, które po standaryzacji, zostały ocenione pod kątem atrakcyjności i postrzeganego zdrowia w ankiecie internetowej. Każda twarz została oceniona na skali 9-ciostopniowej, gdzie „1” oznaczało „zupełnie nieatrakcyjna”, a „9” oznaczało „bardzo atrakcyjna”.

Wynik badania pokazał, że postrzegana atrakcyjność twarzy była ujemnie skorelowana z poziomem leptyny, i stosunkiem poziomu leptyny do adiponektyny, ale nie z samym poziomem adiponektyny. Nie zaobserwowano również interakcji między adiponektyną a leptyną. Wyniki były podobne również, jeżeli kontrolowano poziomy hormonów steroidowych (estradiolu i testosteronu) czy BMI. Co więcej, analiza moderacji nie pokazała interakcji między poziomem adiponektyny czy leptyny a wartością wskaźnika BMI w zależności między poziomem adipokin a postrzeganą atrakcyjnością. Analiza mediacji pokazała, że ujemny związek między postrzeganą atrakcyjnością twarzy i BMI nie był mediowany ani przez poziom leptyny ani poziom adiponektyny. Postrzegana atrakcyjność twarzy była przede wszystkim powiązana z ogólnym otłuszczeniem, ale nie z profilem adipokin.

Wynik badania potwierdził wyniki poprzedniej pracy (Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Łącka, P., & Pawłowski, B. (2020). *Facial appearance and metabolic health biomarkers in women. Scientific Reports, 10(1), 1-8*), pokazując że czynniki ujemnie związane ze zdrowiem (poziom leptyny) są silniej związane z postrzeganą atrakcyjnością niż te, które są korzystne dla zdrowia (poziom adiponektyny), potwierdzając założenia hipotezy unikania złych genów (Zebrowitz i Rhodes, 2004), zakładającą, że z adaptacyjnego punktu widzenia ważniejsze jest unikanie wskaźników gorszego zdrowia niż poszukiwanie wskaźników idealnego zdrowia.

ARTYKUŁ III:

Żelaźniewicz, A., Nowak-Kornicka, J., Zbyrowska, K., Pawłowski, B. (2021). Predicted reproductive longevity and women's facial attractiveness. *PLoS One, 16(3)*, e0248344 (DOI: doi.org/10.1371/journal.pone.0248344).

Wyniki przedstawione w pracy powstały przy realizacji projektu badawczego „Znaczenie trzewnej tkanki tłuszczowej dla kondycji biologicznej kobiety.”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2015/19/B/NZ8/02061) i realizowanego w Zakładzie Biologii Człowieka UWr pod kierownictwem prof. Bogusława Pawłowskiego. Brałam pełen udział we wszystkich etapach realizacji projektu. Kluczowy wynik pracy pokazuje, że postrzegana atrakcyjność twarzy koreluje dodatnio z hormonalnymi wskaźnikami aktualnej płodności i ujemnie z hormonalnym wskaźnikiem długości okresu reprodukcyjnego. Wynik ten sugeruje istnienie kompromisów między składowymi kondycji biologicznej, które mogą być odzwierciedlone w atrakcyjności fizycznej.

Celem niniejszego badania było sprawdzenie, czy atrakcyjność fizyczna może być sygnałem długości okresu reprodukcyjnego u kobiet. Badanie zostało oparte o hormonalny wskaźnik długości wieku reprodukcyjnego (poziom hormonu AMH), będący klinicznym wskaźnikiem przewidywanego wieku menopauzy.

Płodność jest jednym z kluczowych komponentów kondycji biologicznej, szczególnie ważnym z punktu widzenia doboru płciowego i wyboru potencjalnej partnerki. Badania pokazują, że postrzegana atrakcyjność fizyczna jest dodatnio związana z płodnością u kobiet, mierzoną poziomem estradiolu, kluczowego hormonu wskazującego prawdopodobieństwo zajścia w ciążę (Law Smith i wsp., 2006). Jednak kobiety różnią się między sobą nie tylko poziomem płodności w wieku reprodukcyjnym, ale również długością okresu reprodukcyjnego, co również może mieć znaczenie dla sukcesu reprodukcyjnego (Thomas i wsp., 2001).

Podstawowym wskaźnikiem wysokiej pozostałej płodności (czasu pozostałego do wieku klimakterium i menopauzy) jest młody wiek. Wiele badań pokazuje, że morfologiczne wskaźniki młodego wieku należą do kluczowych cech mających wpływ na postrzeganą atrakcyjność u kobiet (Maestripieri i wsp., 2014). Następnie, dla określonego wieku, kolejnym ważnym wskaźnikiem jest przewidywany wiek menopauzy i samego okresu spadku płodności przed menopauzą, który różni się międzyosobniczo (Bovet i wsp., 2018). Jeżeli przewidywany wiek menopauzy może być odzwierciedlony w cechach morfologicznych, takie cechy powinny być ważne w ocenie atrakcyjności fizycznej kobiety.

Bovet i wsp. (2018) pokazali, że kobiety, których matki i babcie przeszły menopauzę w późniejszym wieku były postrzegane jako bardziej atrakcyjne. Jednak, mimo że wiek menopauzy matek i córek jest dodatnio skorelowany, korelacja ta jest silna w diadach, w których matka przeszła menopauzę we wcześniejszym wieku (Morris i wsp., 2011), u podłoża czego mogą leżeć dziedziczne zaburzenia genetyczne. Co więcej, wiek menopauzy, czyli ostateczne ustanie funkcji jajników, jest poprzedzony okresem wyczerpywania się rezerwy jajnikowej, związanej z spadkiem jakości i liczby oocytów, a długość tego okresu i wiek jego rozpoczęcia różni się między kobietami i nie musi być związany z wiekiem samej menopauzy (Broekmans i wsp., 2007). Stąd, nie tylko sam wiek menopauzy, ale raczej wiek klimakterium może być ważny w wyborze potencjalnej partnerki.

Jednym z kluczowych hormonalnych wskaźników wielkości rezerwy jajnikowej jest hormon anty-Müllerowski (AMH) (Broer i wsp., 2014). Poziom AMH obniża się wraz z zmniejszającą się rezerwą jajnikową, aż staje się niemal niewykrywalny około 5 lat przed menopauzą, kiedy rezerwa jajnikowa jest niemal wyczerpana. Początkowa wielkość rezerwy jajnikowej i tempo atrezji pęcherzyków jest różne międzyosobniczo i przekłada się na różny wiek klimakterium i menopauzy. Dlatego poziom AMH jest lepszym wskaźnikiem potencjalnego wieku menopauzy i długości wieku reprodukcyjnego niż wiek chronologiczny (Broer i wsp., 2014; Kelsey i wsp., 2011) czy wiek matki w momencie menopauzy (Depmann i wsp., 2016). Dlatego, celem tego badania było sprawdzenie, czy postrzegana atrakcyjność twarzy jest związana z poziomem hormonu AMH u kobiet w wieku reprodukcyjnym.

W badaniu uwzględniono dane 183 zdrowych kobiet, nie stosujących antykoncepcji hormonalnej, w wieku między 25. a 34. rokiem życia ($M_{\text{wiek}}=28,49$, $sd_{\text{wiek}}=2,38$). Poziom AMH, estradiolu, testosteronu oznaczono w surowicy. Zmierzono wysokość i masę ciała, w celu obliczenia wskaźnika BMI. Wykonano fotografie twarzy, które następnie, po

standaryzacji, zostały ocenione pod kątem atrakcyjności w ankiecie internetowej na skali 1-9 (1-zupełnie nieatrakcyjna; 9-bardzo atrakcyjna).

Wynik badania pokazał, że postrzegana atrakcyjność twarzy jest ujemnie związana z poziomem AMH i dodatnio z poziomem estradiolu. Sugeruje to, że dobór płciowy może działać silniej względem morfologicznych wskaźników wysokiej aktualnej płodności niż względem wskaźników długiego wieku reprodukcyjnego. Pomimo, że ludzie wykazują tendencje do wiązania się w związkach monogamicznych, ponowne małżeństwa są powszechne po śmierci współmałżonka czy rozwodzie, co prowadzi do seryjnej monogamii (Schacht i Kramer, 2019). Ponieważ w naszej przeszłości ewolucyjnej śmiertelność dorosłych była wyższa, a oczekiwana długość życia była krótsza (Hill i wsp., 2007), mężczyźni odnosili większe korzyści z kojarzenia z wysoce płodnymi kobietami w porównaniu z kojarzeniem z kobietami o dłuższej długości życia reprodukcyjnego. Ponadto wiele kobiet (również w społeczeństwach tradycyjnych) rodzi ostatnie dziecko na długo przed menopauzą, nie korzystając w pełni z długości życia reprodukcyjnego (Towner i wsp., 2016). Zatem wybór partnerki na podstawie wskazówek dotyczących aktualnej płodności może przynieść większe korzyści w porównaniu z wyborem partnerki o potencjalnie dłuższym trwaniu życia reprodukcyjnego.

Dodatkowo, wynik badania pokazał ujemną korelację między poziomem AMH i E2, co zostało pokazane również we wcześniejszych badaniach (Andersen i Byskov, 2006), co może sugerować pewien kompromis między obecną (mierzoną na podstawie poziomu estradiolu) a długofalową płodnością (mierzoną na podstawie poziomu AMH) i zdolnością do inwestycji w morfologiczne wskaźniki obu tych komponentów płodności kobiety. Teoria historii życia przewiduje, że ewolucja wskaźników kondycji jest ograniczona przez kompromisy między nimi. Kompromisy są powszechne w naturze, a ich istnienie jest wyjaśnione w kontekście ograniczenia dostępności do zasobów (Stearns, 1992) i mogą być obserwowane nie tylko między poszczególnymi funkcjami organizmu (np. odpornością i płodnością), ale także w obrębie jednej funkcji (np. obecnej i przyszłej płodności).

ARTYKUŁ IV:

Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Pawłowski, B. (2020). Birth size and morphological femininity in adult women. *BMC Evolutionary Biology*, 20(1), 1-8 (DOI: 10.1186/s12862-020-01670-z).

Wyniki przedstawione w pracy powstały podczas realizacji projektu badawczego „Znaczenie trzewnej tkanki tłuszczowej dla kondycji biologicznej kobiety.”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2015/19/B/NZ8/02061) i realizowanego w Zakładzie Biologii Człowieka UWr pod kierownictwem prof. Bogusława Pawłowskiego. Brałam pełen udział we wszystkich etapach realizacji projektu. Wynik pracy pokazuje, że poziom feminizacji u kobiet w wieku reprodukcyjnym, która jest jedną z kluczowych cech atrakcyjności fizycznej kobiety, nie jest związana z wielkością urodzeniową, będąca wskaźnikiem przebiegu rozwoju wewnątrzmacicznego i zgodnie z wynikami wcześniejszych badań powinna być związana z długofalowymi poziomami estradiolu.

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie czy przebieg rozwoju wewnątrzmacicznego może mieć wpływ na rozwój cech atrakcyjności fizycznej. Wiele badań pokazuje, że rozwój wewnątrzmaciczny jest kluczowy dla kształtowania późniejszych trajektorii rozwojowych osobników, wpływając na zdrowie, poziom hormonów steroidowych, czy płodność (Cheong i

wsp., 2016), w tym poziom estradiolu u dorosłych kobiet (Finstad et al., 2009; Jasińska i wsp., 2006a, b), kluczowego hormonem warunkującego płodność u kobiet.

Cechy feminizacji, takie jak zwiększone otłuszczenie w okolicy ud, pośladków i gruczołów sutkowych, wyższe kości policzkowe, okrągłe czoło i oczy, mniejszy podbródek i nos są kluczowe w ocenie atrakcyjności u kobiet (Marcinkowska i wsp., 2014) i uważa się, że są one wskaźnikiem poziomu estradiolu, a co za tym idzie płodności u kobiet. Jednak dotychczasowe badania nie potwierdzają jednoznacznie dodatniej korelacji między poziomem feminizacji i poziomem hormonów reprodukcyjnych u kobiet (Jasińska i wsp., 2004; Law Smith i wsp., 2006; Puts i wsp., 2013). Te sprzeczne wyniki badań mogą być spowodowane tym, że cechy feminizacji odzwierciedlają raczej długofalowe poziomy estradiolu. Ponieważ wielkość urodzeniowa, wskaźnik przebiegu rozwoju wewnątrzmacicznego, jest związana z rozwojem układu reprodukcyjnego i poziomem estradiolu w dorosłym wieku (Finstad i wsp., 2009; Jasińska i wsp., 2006a, b), można oczekiwać, że ma również związek z rozwojem cech feminizacji. Uwzględnienie wielkości urodzeniowej w badaniach nad związkiem między poziomem feminizacji i poziomem hormonów płciowych może pomóc w wyjaśnieniu sprzecznych wyników wcześniejszych badań. Dlatego, celem niniejszej pracy było sprawdzenie, czy wielkość urodzeniowa wiąże się z poziomem feminizacji u kobiet w wieku reprodukcyjnym. W badaniu założono, że wielkość urodzeniowa powinna dodatnio korelować z poziomem feminizacji u kobiet.

W badaniu uwzględniono dane 165 zdrowych kobiet w wieku między 25. a 34. rokiem życia ($X_{\text{wiek}}=28,47$, $sd_{\text{wiek}}=2,39$ lat), urodzonych o czasie (między 37. a 41. tygodniem ciąży) z ciąży pojedynczej. W analizach kontrolowano otłuszczenie ciała, poziom estradiolu i testosteronu. Dane o masie i długości urodzeniowej oraz tygodniu urodzenia uzyskano z „Książeczek zdrowia dziecka” uczestniczek. Wskaźnik Ponderala, który może być lepszym wskaźnikiem stanu odżywienia noworodka niż masa urodzeniowa, podobnie jak BMI lepiej odzwierciedla stan odżywienia niż masa ciała osoby dorosłej, obliczono na podstawie wzoru: $\text{masa urodzeniowa}/(\text{długość urodzeniowa})^3$.

Wykonano fotografie twarzy i pomiary ciała. Poziom feminizacji twarzy zmierzono na podstawie stosunku szerokości do wysokości twarzy (ang. *facial Width to Height Ratio*; fWHR) oraz dymorfizmu płciowego kształtu twarzy (SD twarzy) zmierzonych na fotografiach twarzy. Niższe wartości fWHR wskazują na bardziej kobiecą twarz. Niższa wartość wskaźnika SD oznacza większą feminizację twarzy. Feminizację ciała oceniono na podstawie wskaźnika taliowo-biodrowego (WHR) oraz wielkości piersi. Niższe wartości wskaźnika WHR i większe piersi oznaczają większą feminizację ciała.

Wynik badania nie pokazał zależności między wielkością urodzeniową a wskaźnikami feminizacji twarzy i ciała. Co więcej, badanie nie potwierdziło zależności między wielkością urodzeniową a poziomem estradiolu czy testosteronu w dorosłym wieku. Wynik był podobny, gdy kontrolowano tydzień urodzenia, otłuszczenie ciała czy poziomy hormonów steroidowych. Żaden ze wskaźników feminizacji nie był związany z poziomem estradiolu czy testosteronu (w każdym przypadku $p>0,05$). Wskaźniki feminizacji były przede wszystkim dodatnio związane z otłuszczeniem ciała.

Wynik badania pokazuje, że mimo zależności między wielkością urodzeniową a płodnością i poziomem estradiolu w dorosłym wieku pokazaną w niektórych wcześniejszych badaniach (np. Davies i Norman, 2002), wielkość urodzeniowa nie jest związana z feminizacją

cech morfologicznych w dorosłym wieku. Wynik badania jest zgodny z wynikami badań, które nie pokazały zależności między wielkością urodzeniową a poziomem hormonów płciowych w dorosłym wieku (Milich i wsp., 2015; Tworoger i wsp., 2006). Co więcej, wynik badania sugeruje, że poziom feminizacji w wieku reprodukcyjnym nie jest wskaźnikiem płodności kobiety, mierzonej poziomem hormonów płciowych, co było również pokazane we wcześniejszych badaniach (np. Cai i wsp., 2019).

Można przypuszczać, że inne czynniki, niekontrolowane w tym badaniu, oddziałujące na gospodarkę hormonalną kobiety w okresie rozwoju (zwłaszcza w okresie dojrzewania), mogą wpływać na hipotetyczny związek między parametrami urodzeniowymi a feminizacją. Przykładowo, badania pokazują, że w niektórych krajach niska masa urodzeniowa nie wiąże się ze zwiększonym ryzykiem miażdżycy (Scrimshaw, 1997) czy raka piersi (Kar i wsp., 2019), prawdopodobnie ze względu na efekt czynników związanych ze stylem życia, takich jak wysoka aktywność fizyczna, dieta i niska masa ciała. Co więcej, styl życia w dzieciństwie może wpływać na poziom hormonów płciowych przed okresem dojrzewania lub w czasie okresu dojrzewania, ponieważ aktywność fizyczna jest ujemnie związana z poziomem estradiolu u młodych dziewcząt (Wada i wsp., 2012). Może to sugerować znaczący wpływ czynników środowiskowych na poziom estradiolu w różnych okresach rozwoju ontogenetycznego, a tym samym na rozwój cech feminizacji, co osłabiałoby znaczenie feminizacji jako wskaźnika poziomu estradiolu i płodności u kobiet w dorosłym wieku.

ARTYKUŁ V

Żelaźniewicz, A., Nowak-Kornicka, J., Osochocka, A., Pawłowski, B. (2022). Perceived facial age and biochemical indicators of glycemia in adult men and women. *Scientific Reports*, 12(1), 1-10 (DOI: 10.1038/s41598-022-14555-6).

Wyniki przedstawione w pracy powstały w ramach realizacji projektu badawczego „Znaczenie trzewnej tkanki tłuszczowej dla kondycji biologicznej kobiety.”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2015/19/B/NZ8/02061) oraz projektu badawczego „Poziom maskulinizacji jako sygnał potencjału antyoksydacyjnego u mężczyzn.”, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2017/27/B/NZ8/00500), realizowanych w Zakładzie Biologii Człowieka UWr pod kierownictwem prof. Bogusława Pawłowskiego. Brałam pełen udział we wszystkich etapach realizacji obu projektów. Kluczowy wynik pracy pokazuje, że postrzegany wiek, jedna z kluczowych cech atrakcyjności, nie jest związany z poziomem glikemii u kobiet i mężczyzn, ale jest związana dodatnio z otluszczeniem ciała i poziomem markerów stanu zapalnego.

Celem pracy jest sprawdzenie, czy poziom glikemii w wieku reprodukcyjnym może być związany z wyglądem i postrzeganym wiekiem osobnika. Ludzie starzeją się w różnym tempie, co skutkuje dużymi różnicami w wyglądzie fizycznym i ogólnej kondycji w tej samej kohorcie wieku. Postrzegany wiek jest również jednym z kluczowych aspektów uwzględnianych w ocenie atrakcyjności fizycznej (Lassek i Gaulin, 2019) i może być wskaźnikiem zdrowia, wieku biologicznego czy długości życia (Debrabant i wsp., 2018; Gunn i wsp., 2016).

Jednym z kluczowych czynników, leżących u podłoża procesów starzenia jest poziom glikemii, która wiąże się z powstawaniem produktów końcowych reakcji glikacji (AGEs). W warunkach fizjologicznych, AGEs powstają jako produkty uboczne prawidłowych procesów metabolicznych, a komórki mają różne ochronne systemy przed AGEs (Gkoglou i Bohm,

2012). Jednak, produkcja AGEs przyspiesza w warunkach wysokiej glikemii, wysokiego poziomu stresu oksydacyjnego (OS) i pod wpływem różnych czynników środowiskowych, prowadząc do upośledzenia elastyczności tkanek, naczyń krwionośnych, skóry, więzadeł i szybszego starzenia (Semba i wsp., 2010). Dlatego, właściwy poziom glikemii jest ważny w czasie całej ontogenezy, wpływając na kluczowe aspekty kondycji biologicznej, takie jak wzrost (Bizzarri i wsp., 2015), odporność (Jafar i wsp., 2016) i płodność (Chavarro, 2021), tempo starzenia (Roziing i sp., 2010), a badania sugerują, że jej poziom może być odzwierciedlony w wyglądzie, również u młodszych osób (Shah i wsp., 2013).

Celem niniejszego badania było sprawdzenie czy poziom glikemii jest związany z postrzeganym wiekiem u mężczyzn i kobiet w wieku reprodukcyjnym, niecierpiących na zaburzenia glikemii i choroby związane z wiekiem. Założono, że poziom glikemii będzie dodatkowo związany z postrzeganym wiekiem zarówno u kobiet jak i u mężczyzn.

Badanie zostało przeprowadzone na grupie 116 zdrowych, niepalących mężczyzn w wieku 29,95-44,29 ($X_{\text{wiek}}=35,53$, $sd_{\text{wiek}}=3,54$) oraz 163 zdrowych, niepalących kobiet w wieku 24,25-34,17 ($X_{\text{wiek}}=28,38$, $sd_{\text{wiek}}=2,40$). Co ważne, w badaniu uwzględniono zarówno wskaźniki poziomu obecnej glikemii (poziom insuliny, glukozy, wskaźnik HOMA-IR), jak i wskaźniki poziomu długofalowej glikemii (hemoglobina glikowana - HbA1c). W analizach kontrolowano wartość wskaźnika BMI, poziom dymorfizmu płciowego twarzy, markerów zapalnych (hsCRP), hormonów steroidowych, czy ekspozycję na słońce. Postrzegany wiek był oceniany w ankiecie internetowej na podstawie fotografii twarzy. Uczestnicy ankiety odpowiadali na pytanie „Ile lat ma osoba na zdjęciu?”. Obliczono również różnicę między wiekiem postrzeganym i kalendarzowym, jako postrzegane starzenie. Im wyższa wartość tej zmiennej, tym starzej osoba wygląda niż wskazuje to jej wiek chronologiczny.

Wynik badania nie wykazał zależności między poziomem glikemii a postrzeganym wiekiem ani u kobiet ani u mężczyzn. Wyniki były podobne, również przy kontroli BMI, dymorfizmu płciowego twarzy, poziomów hsCRP, kortyzolu, testosteronu czy estradiolu. Dodatkowo, u mężczyzn postrzegany wiek był ujemnie związany z poziomem kortyzolu, a mężczyźni którzy wyglądali starzej niż ich wiek kalendarzowy cechowali się wyższą wartością wskaźnika BMI. U kobiet postrzegany wiek był dodatnio związany z BMI i ujemnie z stopniem feminizacji twarzy. Kobiety, które wyglądały starzej niż ich wiek kalendarzowy cechowały się wyższą wartością wskaźnika BMI, wyższym poziomem hsCRP i niższym poziomem estradiolu oraz były bardziej zmaskulinizwane.

Niniejsze badanie i wcześniejsze sugerują, że taką zależność można obserwować u starszych osób, u których podniesiony poziom glikemii występuje przez dłuższy czas lub u osobników cierpiących na zaburzenia glikemii, ale nie u młodych, zdrowych osób (Bulpitt i wsp., 2001; Noordam i wsp., 2012, 2013). Można przypuszczać, że u młodych osób mechanizmy naprawcze i ochronne organizmu są w stanie przeciwdziałać negatywnym wpływom wyższych poziomów glikemii, która nie odzwierciedla się w wyglądzie osobnika. Możliwe również, że tego typu zależności można obserwować jedynie w przypadku osób, które wyglądają na dużo starszych niż ich wiek kalendarzowy. Hwang i wsp., (2011) pokazali, że starszy postrzegany wiek jest silnie związany z gorszym zdrowiem, ale jedynie u osobników, którzy wyglądali na starszych o więcej niż 10 lat niż w rzeczywistości.

Z drugiej strony, wynik badania pokazał, że postrzegany wiek i starzenie były przede wszystkim dodatnio związane z otłuszczeniem ciała oraz poziomem markerów zapalnych, a

także z stopniem maskulinizacji cech twarzy. Zależność między postrzeganym wiekiem a stopniem dymorfizmu płciowego twarzy może wynikać z morfologicznej neoteniczności twarzy sfeminizowanych (Perrett i wsp., 1998). Natomiast wartość wskaźnika BMI i poziom CRP są wskaźnikami obecnego zdrowia i ryzyka rozwoju wielu schorzeń, w tym chorób kardiometabolicznych u młodych osób (Correa-Rodriguez i wsp., 2020), co sugerowałoby, że podobne zależności można obserwować również u młodych osób. Być może cechy związane z atrakcyjnością fizyczną będą silniej związane z bardzo ogólnymi wskaźnikami zdrowia, takimi jak otyłość ciała czy wskaźniki subklinicznych stanów zapalnych, niż markerami specyficznych problemów zdrowotnych (zaburzenia glikemii).

ARTYKUŁ VI

Pawłowski, B., & Żelaźniewicz, A. (2021). The evolution of perennially enlarged breasts in women: a critical review and a novel hypothesis. *Biological Reviews*, 96(6), 2794-2809 (DOI: 10.1111/brv.12778).

W tej pracy tej, nie tylko przedstawione są hipotezy przyczyn pojawienia się piersi w ewolucji człowieka, ale też wysunięta jest nowa hipoteza ewolucyjnego podłoża powstania tej unikatowej ludzkiej cechy oraz jej adaptacyjnego znaczenia. W pracy przedstawiono argumenty przeciwko dotychczasowym popularnym hipotezom powstania otyłości gruczołów sutkowych (np. w drodze doboru płciowego). Następnie przedstawiono hipotezę i argumenty wskazujące że powiększone gruczoły sutkowe pojawiły się jako produkt uboczny innych zmian ewolucyjnych, w tym gromadzenia podskórnej tkanki tłuszczowej, wzrostu poziomu DHEA/S i zwiększonego udziału mięsa w diecie naszych przodków.

Celem niniejszej pracy było krytyczne spojrzenie na dotychczasową literaturę dotyczącą ewolucji gruczołów sutkowych u kobiet i zaproponowanie nowej hipotezy, wyjaśniającej ewolucyjne początki tej cechy. Powiększone gruczoły sutkowe u kobiet, pojawiające się jeszcze przed okresem dojrzewania płciowego wskutek gromadzenia się tkanki tłuszczowej i pozostające powiększone do końca życia, są cechą wyjątkową wśród współczesnych naczelnych, a znaczenie adaptacyjne tej cechy nadal pozostaje niejasne.

Ponieważ piersi są postrzegane jako cecha atrakcyjna fizycznie, wiele hipotez zakłada, że stałe otylenie piersi u kobiet pojawiło się w drodze doboru płciowego jako cecha atrakcyjna seksualnie, służąca do przyciągnięcia potencjalnych partnerów lub jako sygnał kondycji biologicznej i wartości reprodukcyjnej kobiety (Cant, 1981; Gallup, 1982; Marlowe, 1998). Jednak badania międzykulturowe pokazały, że w wielu współczesnych kulturach tradycyjnych mężczyźni nie postrzegają piersi jako cechy atrakcyjne seksualnie, a w społecznościach, gdzie piersi są atrakcyjne preferencje względem kształtu i wielkości piersi są zróżnicowane (Ford i Beach, 1951; Havlíček i wsp., 2017). Można przypuszczać, że u naszych przodków, podobnie jak u współczesnych małp człekokształtnych, powiększone piersi były raczej postrzegane jako wskaźniki tymczasowej niepłodności, okresu ciąży i laktacji, a więc mało prawdopodobne, żeby początkowo były postrzegane jako atrakcyjne i mogły służyć jako sygnał zdrowia lub płodności kobiety.

Druga grupa hipotez zakłada, że otylenie gruczołów sutkowych pojawiło się w naszej przeszłości ewolucyjnej ze względu na jego adaptacyjną rolę w drodze doboru naturalnego. Przypuszcza się, że powiększenie gruczołów sutkowych może pełnić funkcję magazynu tkanki tłuszczowej w czasie laktacji w warunkach ograniczonego dostępu do

zasobów (Anderson, 1983), jednak badania pokazują, że otłuszczenie gruczołów sutkowych nie odgrywa większej roli w laktacji, a wielkość piersi przed ciążą nie ma związku ani z prawdopodobieństwem rozpoczęcia karmienia piersią ani składem mleka (Anderson, 1983, 1988). Również hipotezy sugerujące, że piersi pojawiły się jako organ termoregulujący, działający jako „płetwa chłodząca”, chroniącą płód przed uszkodzeniem przez wysokie temperatury na sawannie (Einon, 2007), czy ochrona termoizolacyjna dla mleka (Anderson, 1988), nie znajdują potwierdzenia, a współcześnie nie obserwuje się żadnego związku między wielkością piersi a strefą klimatyczną (Anderson i wsp., 2013). Co więcej, hipotezy te jednak nie wyjaśniają dlaczego piersi pojawiają się w rozwoju ontogenetycznym długo przed ciążą i laktacją, i pozostają powiększone do końca życia, ani dlaczego u żadnych innych ssaków nie pojawiła się podobna cecha.

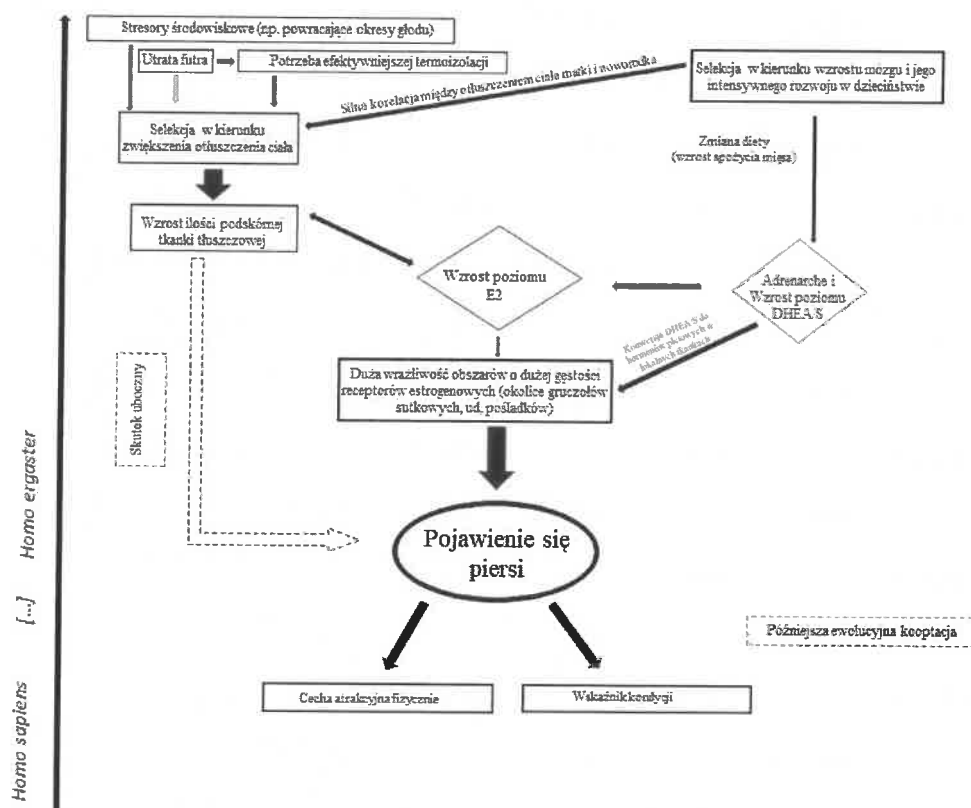
W niniejszej pracy, sugerujemy że powiększone gruczoły sutkowe u kobiet pojawiły się jako produkt uboczny innych procesów ewolucyjnych, m.in. plejotropowego efektu selekcji działającej w kierunku innych zmian, zwiększających dostosowanie człowieka w zmiennym środowisku. Jedną z takich zmian mogła być selekcja w kierunku zwiększenia otłuszczenia ciała i specyficzne rozmieszczenie podskórnej tkanki tłuszczowej, pod wpływem hormonów płciowych (Pawłowski, 1999). Prawdopodobnie, dobór promował zwiększenie otłuszczenia ciała w związku z ochłodzeniem klimatu w plejstocenie i zapotrzebowaniem na zwiększenie magazynu kalorycznego u kobiet w wieku reprodukcyjnym i niemowląt, a pojawiające się otłuszczenie piersi mogło być skutkiem ubocznym. Wiele badań potwierdza, że wielkość piersi koreluje dodatnio z otłuszczeniem ciała, a związek ten jest szczególnie silny w przypadku mniejszych piersi i mniejszego otłuszczenia ciała (Katch i wsp., 1980).

Ta zależność między otłuszczeniem ciała i wielkością piersi jest w dużej mierze warunkowana hormonalnie. W okresie dojrzewania piersi rozwijają się między innymi pod wpływem wzrastającego poziomu estradiolu, a międzypłciowe różnice w poziomie otłuszczenia ciała i rozmieszczeniu tkanki tłuszczowej są związane z poziomem estradiolu i różnicą w liczbie i ekspresji receptorów estradiolu w okolicy ud i pośladków oraz gruczołów sutkowych u kobiet i mężczyzn (Pedersen i wsp., 2001). Co więcej, samo otłuszczenie ciała dodatkowo koreluje z poziomem estradiolu, ze względu na syntezę estradiolu w tkance tłuszczowej w reakcji aromatyzacji androgenów nadnerczowych (Labrie, 1991). Dlatego kobiety o większym otłuszczeniu ciała cechują się również wyższym poziomem estradiolu, co promuje odkładanie podskórnej tkanki tłuszczowej, a w efekcie również powiększenie piersi.

Jednak, ze względu na podobne poziomy estradiolu u człowieka i współczesnych naczelnych, w naszej pracy założyliśmy, że również inne czynniki odgrywały tutaj ważną rolę. W ontogenezie, wzrost otłuszczenia ciała i rozwój gruczołów sutkowych rozpoczyna się w czasie adrenarche, dojrzewania nadnerczy, które wiąże się z wzrostem poziomu DHEA/S. Ten wzrost poziomu androgenów nadnerczowych, poprzedzający gonadarche, jest obserwowany jedynie u ludzi, szympanców, bonobo i goryli, ale jest on szczególnie wysoki u dziewcząt w porównaniu do pozostałych naczelnych (Blevins i wsp., 2013). Co więcej, DHEA/S jest głównym źródłem estradiolu w okresie adrenarche, a konwersja DHEA/S w tkankach obwodowych może odpowiadać za nawet 75% poziomu E2 (Labrie, 1991).

Wzrost poziomu DHEA/S w okresie dzieciństwa ma prawdopodobnie związek z ewolucją mózgu i rozwojem ontogenetycznym układu nerwowego, ponieważ DHEA/S ma kluczowy wpływ dla rozwoju kory mózgowej i proliferacji synaps (Greaves i wsp., 2019).

Campbell (2020) zasugerował, że tak duże wzrosty poziomu DHEA/S w czasie adrenarche u człowieka były możliwe dzięki zwiększeniu udziału mięsa w diecie u Homo, co pozwoliło również na rozwój i utrzymanie kosztownego energetycznie mózgu. Badania pokazują, że poziom DHEA/S w okresie dojrzewania płciowego zależy od ilości spożywanych kalorii i udziału białka w diecie (Hill i wsp., 1980). Dlatego sugerujemy, że ewolucja otłuszczenia gruczołów sutkowych u kobiet mogła być więc produktem ubocznym kilku czynników, w tym wzrostu ilości tkanki tłuszczowej i wzrastających kosztów ewoluującego mózgu. Następnie, zwiększenie udziału mięsa w diecie Homo pozwoliło na zwiększoną syntezę DHEA/S, które było konieczne dla dalszej ewolucji mózgu i również było łatwo konwertowane w tkance tłuszczowej do estradiolu, powodując zwiększone odkładanie tkanki tłuszczowej w okolicach bogatych w receptory dla estradiolu, w tym w okolicach gruczołów sutkowych, ud i pośladków, w efekcie umożliwiając ewolucję otłuszczenia gruczołów sutkowych (Rycina 2).



Rycina 2. Proponowany mechanizm ewolucji piersi (Pawłowski i Żelaźniewicz, 2021).

Mimo, że jest mało prawdopodobne, że piersi pojawiły się początkowo jako sygnał kondycji biologicznej, możliwe że z czasem zostały kooptowane do tej roli jako wskaźnik wieku, płodności (Jasieńska i wsp., 2004), dzietności (Rauh i wsp., 2013) i/lub zdrowia (Kościński i wsp., 2020) pod wpływem doboru płciowego. Ta późniejsza selekcja mogła prowadzić do częściowego rozdzielania genów (czy mechanizmów fizjologicznych) warunkujących otłuszczenie ciała i otłuszczenie samych gruczołów sutkowych.

Podsumowanie wyników prac, stanowiących osiągnięcie

Główne wnioski płynące z przedstawionych badań są następujące:

- 1) Cechy będące wskaźnikami słabszego zdrowia będą silniej odzwierciedlone w postrzeganej atrakcyjności (korelując ujemnie z atrakcyjnością) w porównaniu do cech będących wskaźnikami możliwie najlepszego zdrowia (korelujących dodatnio z atrakcyjnością), co pokazane zostało na przykładzie korelacji między postrzeganą atrakcyjnością fizyczną a poziomem markerów metabolicznych i adipokin.
- 2) Postrzegana atrakcyjność fizyczna kobiet jest dodatnio skorelowana z wskaźnikami aktualnej płodności i ujemnie z hormonalnymi wskaźnikami długości wieku reprodukcyjnego. Może być to efekt kompromisu między wysoką płodnością w wieku reprodukcyjnym i długością tego okresu oraz większego znaczenia aktualnej płodności w doborze płciowym w porównaniu do znaczenia długości okresu reprodukcyjnego.
- 3) Feminizacja, jedna z kluczowych cech atrakcyjności fizycznej, nie jest związana z wielkością urodzeniową kobiety, która w dużym stopniu determinuje rozwój układu rozrodczego u kobiet i poziom estradiolu w ontogenezie. Może to sugerować duże znaczenie czynników środowiskowych w rozwoju cech feminizacji, co osłabiałoby znaczenie feminizacji jako wskaźnika poziomu estradiolu i płodności u kobiet w wieku reprodukcyjnym i mogłoby tłumaczyć niespójne wyniki dotychczasowych badań nad rolą feminizacji jako wskaźnika biologicznego.
- 4) Mechanizmy obronne organizmu działające w okresie reprodukcyjnym mogą zacierać zależność między cechami atrakcyjności fizycznej i wskaźnikami kondycji biologicznej, które mogą się uwidaczniać jedynie u starszych osobników lub z poważnymi zaburzeniami zdrowotnymi, co pokazano na przykładzie związku postrzeganego wieku z poziomem glikemii.
- 5) Ogólne markery zdrowia (np. otyłość, markery subklinicznego stanu zapalnego) mogą mieć silniejsze odzwierciedlenie w postrzeganej atrakcyjności fizycznej niż wskaźniki poszczególnych problemów zdrowotnych (np. poziom glikemii).
- 6) Cechy postrzegane jako atrakcyjne mogą być skutkiem innych zmian ewolucyjnych, a następnie mogły być kooptowane do roli wskaźników kondycji biologicznej, co może się przyczyniać do relatywnie słabej korelacji między morfologią tych cech a miernikami kondycji biologicznej.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

W trakcie mojej pracy naukowej uczestniczyłam w wielu projektach badawczych realizowanych z kilkoma zespołami badawczymi UW. Prace, które nie zostały włączone do prezentowanego osiągnięcia naukowego, mogą zostać podzielone na trzy obszary badawcze. Pierwszy obszar dotyczy biologicznego uwarunkowania emocji i zachowań, w tym szczególnie biologicznych podłoży wrażliwości na bodźce budzące wstręt, skłonności do podejmowania ryzyka i empatii. Drugim obszarem jest badanie zależności między cechami kondycji biologicznej matki a płcią i kondycją biologiczną potomstwa. Trzecim obszarem jest poszukiwanie korelatów tempa starzenia i wieku biologicznego. Poza zaprezentowanym osiągnięciem naukowym, w swoim dotychczasowym dorobku naukowym posiadam 28

publikacji (w tym 2 publikacje, która w roku opublikowania była poza bazą JCR) (Załącznik 4 – pkt II.1).

Badania dotyczące biologicznego uwarunkowania emocji.

- a. Żelaźniewicz A., Pawłowski B. (2015). Disgust in pregnancy and fetus sex-longitudinal study. *Physiology & Behavior*, 139, 177-181.
- b. Żelaźniewicz A., Borkowska B., Nowak J., Pawłowski B. (2016) The progesterone level, leukocyte count and disgust sensitivity across the menstrual cycle. *Physiology & Behavior*, 161, 60-65.
- c. Mielcarska K., Żelaźniewicz A., Pawłowski B. (2017). Risk taking propensity in pregnancy-longitudinal study. *Personality & Individual Differences*, 110, 7-11.
- d. Żelaźniewicz A., Nowak J., Pawłowski B. (2019). Hand-grip strength predicts individuals' sexual and pathogen but not moral disgust sensitivity. *Personality and Individual Differences*, 147, 237-244.
- e. Żelaźniewicz A., Nowak-Kornicka J., Figura R., Groyecka-Bernard A., Sorokowski P., Pawłowski B. (2020a). Pharyngeal detection of *Staphylococcus aureus* as a possible factor related to disgust sensitivity in humans. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8286.
- f. Żelaźniewicz A., Nowak J., Groyecka A., Sorokowski P., Dobrowolska M., Pawłowski B. (2020b). Empathy and oxidative stress in healthy adults. *Sustainability*, 12(12), 4959.

Jednym z nurtów badań, którymi się zajmuję jest badanie biologicznych uwarunkowań i adaptacyjnego znaczenia emocji, ze szczególnym uwzględnieniem emocji wstrętu. Wstręt postrzegany jest jako emocja, której podstawową rolą jest unikanie zachowań, ludzi i przedmiotów, które mogłyby obniżyć dostosowanie osobnika.

Dane, wykorzystane w badaniu dotyczącym poziomu wrażliwości na bodźce budzące wstręt (Żelaźniewicz i Pawłowski, 2015) oraz skłonności do ryzyka u kobiet ciężarnych (Mielcarska i wsp., 2017) zostały zebrane jako dodatkowe zagadnienia badawcze w projekcie naukowym będącym podstawą mojej pracy doktorskiej, finansowanym z funduszy grantu PRELUDIUM 1 (nr 2011/01/N/NZ8/03208), którego byłam kierownikiem i wykonawcą. Byłam odpowiedzialna za organizację badań, rekrutację badanych, rozliczenie merytoryczne i finansowe projektu. Brałam również pełen udział w zbieraniu danych. Dane zbierane były w sposób longitudinalny w czasie ciąży oraz w pierwszych miesiącach po porodzie, dostarczając cennych danych pokazujących zmienność wewnątrzosobniczą badanych zachowań.

Badania te pokazały, że poziom wrażliwości na bodźce budzące wstręt zmienia się w czasie ciąży i jest najwyższy w pierwszym trymestrze ciąży, który cechuje się również najwyższym poziomem supresji układu odpornościowego matki. Potwierdza to znaczenie wstrętu jako behawioralnego układu odpornościowego, mającego za zadanie uniknięcie kontaktu z czynnikami potencjalnie zakaźnymi. Co więcej, badanie pokazało, że matki synów cechowały się wyższym poziomem wstrętu w czasie ciąży w porównaniu do matek córek, co może być spowodowane większą wrażliwością na niekorzystne czynniki płodów męskich w porównaniu do płodów żeńskich. Dodatkowo w badaniach tych wykazano, że skłonność do angażowania się w zachowania ryzykowne nie zmienia się w czasie ciąży, ale zmienia się postrzeżenie potencjalnych kosztów i korzyści takich zachowań. W pierwszym trymestrze

cięży, postrzegane ryzyko z angażowania się w zachowania ryzykowne było najwyższe, a postrzegane korzyści najniższe.

Badania nad zmianami wrażliwości na bodźce budzące wstręt w cyklu menstruacyjnym (Żelaźniewicz i wsp., 2016) były finansowane z grantów naukowych dla młodych naukowców i uczestników studiów doktoranckich na Wydziale Nauk Biologicznych UWr finansowanych z dotacji celowej MNiSW (nr grantu 1151/M/KBC/13). Badania te prowadziłam w czasie studiów doktoranckich razem z dr Judytą Nowak-Kornicką i dr Barbarą Borkowską i zapoczątkowały one bliską współpracę, szczególnie z dr Nowak-Kornicką, która zaowocowała utworzeniem nowego zespołu badawczego w Zakładzie Biologii Człowieka pod opieką naukową prof. Bogusława Pawłowskiego, zajmującego się badaniem biologicznych podłoży zachowań człowieka oraz wskaźników kondycji biologicznej człowieka. Badanie było prowadzone w sposób longitudinalny, a jego wyniki pokazały, że poziom wrażliwości na bodźce budzące wstręt jest wyższy w fazie lutealnej, kiedy wzrasta immunosupresja, w porównaniu do fazy folikularnej cyklu menstruacyjnego, ale nie korelował z poziomem wskaźników odporności.

Badania nad zależnością między siłą uścisku ręki a poziomem wrażliwości na bodźce budzące wstręt (Żelaźniewicz i wsp., 2019) zostało zrealizowane jako dodatkowe badanie w trakcie zbierania danych w dwóch projektach naukowych finansowanych z funduszy Narodowego Centrum Nauki (grant OPUS nr 2011/01/N/NZ8/03208 oraz grant OPUS nr 2017/27/B/NZ8/00500). Byłam w pełni zaangażowana w realizację obu projektów, rozpoczynając od współautorstwa wniosków o finansowanie badań, udziału w planowaniu, organizacji badań, zbieraniu materiału oraz opracowaniu wyników. W niniejszym badaniu pokazano, że zarówno kobiety jak i mężczyźni, cechujący się większą siłą fizyczną cechują się niższą wrażliwością na bodźce budzące wstręt o kontekście seksualnym oraz niosące ze sobą ryzyko zakażenia. Badanie to potwierdza, że wstręt jest emocją, która ma za zadanie obniżenie motywacji do angażowania się w zachowania, które potencjalnie mogą obniżyć dostosowanie osobnika.

Badania nad zależnością nosicielstwa gronkowca złocistego z poziomem wrażliwości na bodźce budzące wstręt (Żelaźniewicz i wsp., 2020a) oraz badania nad zależnością między poziomem empatii a poziomem stresu oksydacyjnego (Żelaźniewicz i wsp., 2020b) zostały wykonane w ramach realizacji grantu naukowego dla młodych naukowców i uczestników studiów doktoranckich na Wydziale Nauk Biologicznych UWr finansowanego z dotacji celowej MNiSW nad biologicznym podłożem zachowań (nr grantu Nr 0420/1405/16). Projekt ten był realizowany we współpracy z Instytutem Psychologii Uniwersytetu Wrocławskiego, a zakres moich obowiązków w projekcie obejmował zaplanowanie i koordynację badań, rekrutację uczestników i współuczestnictwo w zbieraniu danych. W badaniu wykazano, że osoby, które są nosicielami gronkowca złocistego cechują się wyższą wrażliwością na bodźce budzące wstręt, potwierdzając po raz kolejny znaczenie wstrętu jako emocji funkcjonującej jako behawioralny układ odpornościowy. W drugim badaniu pokazano, że poziom empatii jest ujemnie skorelowany z poziomem stresu oksydacyjnego, sugerując, że osoby o niższej kondycji biologicznej cechują się niższą empatią. Badania te zwracają uwagę, że wiele innych niż hormonalne czynników biologicznych ma związek z zachowaniem człowieka, co powinno być uwzględniane w badaniach nad zmiennością zachowań.

Badania, dotyczące zależności między cechami kondycji biologicznej matki a płcią i jakością potomstwa.

- a) Pawłowski B., Żelaźniewicz A. (2012). Newborn's condition at birth does not depend on maternal sexual strategy-evidence against the "hunting for good genes" hypothesis. *American Journal of Human Biology*, 24(4), 420-424.
- b) Żelaźniewicz A., Pawłowski B. (2015). Breast size and asymmetry during pregnancy in dependence of a fetus's sex. *American Journal of Human Biology*, 27(5), 690-696.
- c) Żelaźniewicz A., Pawłowski B. (2018). Maternal breast and body symmetry in pregnancy and offspring condition. *American Journal of Physical Anthropology*, 166(1), 127-138.
- d) Żelaźniewicz A., Pawłowski B. (2018). Maternal hand grip strength in pregnancy, newborn sex and birth weight. *Early Human Development*, 119, 51-55.

W swojej pracy naukowej analizowałam również zagadnienia związane z zależnością między cechami matki a kondycją i płcią jej potomstwa. Jednym z pierwszych badań, które zrealizowałam w mojej pracy naukowej, w trakcie pracy w Zakładzie Antropologii Polskiej Akademii Nauk, był projekt, którego celem było zweryfikowanie hipotezy polowania na dobre geny (Pawłowski i Żelaźniewicz, 2012). W badaniu analizowano zależność między strategią seksualną kobiety (długo lub krótkoterminową) a płcią i kondycją biologiczną noworodka, mierzoną na podstawie parametrów urodzeniowych dziecka. Dane zostały zebrane w ogólnopolskiej ankiecie, w której udział wzięło 1660 kobiet. W badaniu byłam odpowiedzialna za organizację badania, zebranie i analizę danych, a także byłam współautorem manuskryptu. Badanie nie wykazało różnic kondycji biologicznej dziecka ani proporcji płci w zależności od strategii seksualnej kobiety, nie potwierdzając założeń hipotezy polowania na dobre geny.

Kolejne trzy prace, dotyczące tych zagadnień, były zrealizowane jako główne oraz dodatkowe zagadnienia badawcze w projekcie naukowym będącym podstawą mojej pracy doktorskiej, finansowanym z funduszy grantu PRELUDIUM 1 (nr 2011/01/N/NZ8/03208), którego byłam kierownikiem i wykonawcą. Byłam odpowiedzialna za organizację badań, rekrutację badanych, rozliczenie merytoryczne i finansowe projektu. Brałam również pełen udział w zbieraniu danych. Dane zbierane były w sposób longitudinalny w czasie ciąży oraz w pierwszych miesiącach po porodzie. W badaniu analizowano związek symetrii i wielkości piersi, cech uważanych za wskaźniki kondycji biologicznej kobiety, z płcią i wielkością urodzeniową jej potomstwa (Żelaźniewicz i Pawłowski, 2015 i 2018). Wynik badania pokazał, że matki chłopców cechował nieco większy wzrost piersi w czasie ciąży w porównaniu do matek dziewcząt. W badaniu porównaliśmy również znaczenie symetrii ciała oraz piersi (cechy kształtowanej w doborze płciowym) jako wskaźników kondycji biologicznej. Wynik badania pokazał, że asymetria ciała jest lepszym wskaźnikiem kondycji biologicznej kobiety niż symetria piersi (a więc cechy postrzeganej jako produkt doboru płciowego).

Praca dotycząca związku siły ręki matki w czasie ciąży z płcią i kondycją biologiczną potomstwa (Żelaźniewicz i Pawłowski, 2018) została wykonana jako dodatkowe badanie w trakcie zbierania danych do realizacji pracy doktorskiej. Wynik pracy pokazał spadek siły ręki w czasie ciąży, a silniejszy uścisk dłoni był związany z większym prawdopodobieństwem urodzenia syna oraz dodatnio korelował z masą urodzeniową dziecka. Praca została dostrzeżona jako ważna w dyskusji naukowej przez Pandita i wsp., 2018 (Pandita, A., Choudhary, N. K., Gupta, G., Naranje, K., Singh, A. (2018). Maternal hand grip strength in pregnancy is useful-

Need more evidence), gdzie podkreślano, że tego typu bezkosztowe wskaźniki kondycji matki mogą mieć ważne zastosowanie w praktyce klinicznej w krajach rozwijających się, gdzie opieka prenatalna jest ciągle ograniczona.

5.3. Badania korelatów tempa starzenia i wieku biologicznego.

- a) Żelaźniewicz A., Nowak-Kornicka J., Pawłowski B. (2022). S-Klotho level and physiological markers of cardiometabolic risk in healthy adult men. *Aging-US (Albany NY)*, 14(2), 708.

Jednym z obszarów badań, którym aktualnie się zajmuję jest badanie korelatów wieku biologicznego i predyktorów tempa starzenia. Pierwszą publikacją, dotyczącą tego zagadnienia jest praca analizująca zależności między poziomem białka s-Klotho a markerami zdrowia kardiometabolicznego u dorosłych mężczyzn. Badania takich zależności u osób młodszych, które nie są jeszcze obciążone schorzeniami związanymi z wiekiem, może pomóc w wyznaczeniu wczesnych czynników możliwej interwencji, która mogłaby opóźnić procesy starzenia się osobników i wiek pojawienia się chronicznych zaburzeń zdrowia.

Do tej pory analizowaliśmy również zależności między poziomem markerów wieku biologicznego (białka s-Klotho, markerów stanu zapalnego i stresu oksydacyjnego) a wielkością urodzeniową, analizując możliwy związek między rozwojem wewnątrzmacicznym i późniejszym tempem starzenia. Wyniki pracy były prezentowane na VIII konferencji Polskiego Towarzystwa Nauk o Człowieku i Ewolucji w 2022 roku (14-17.09.2022 Sopot) w referacie zatytułowanym *“Birth size and the pace of aging in men.”*. Manuskrypt, opisujący wyniki niniejszej pracy, którego jestem pierwszym autorem, obecnie znajduje się w recenzji.

Kolejnym badaniem z tego obszaru jest badanie, sprawdzające zależność między poziomem maskulinizacji u mężczyzn a wskaźnikami długofalowego zdrowia i tempa starzenia (poziomem białka s-Klotho, markerów stanu zapalnego i stresu oksydacyjnego) u mężczyzn w wieku 30-45 lat. W pracy analizowane były możliwe kompromisy między inwestycją w wysoki poziom testosteronu w młodym wieku i cechy atrakcyjne fizycznie, które są zależne od testosteronu (np. proporcję barków do bioder czy maskulinizację twarzy) a inwestycją w długofalowe zdrowie i wolniejsze tempo starzenia. Wyniki tej pracy zostały na razie przedstawione na 22 Kongresie European Anthropological Association (Wilno, Litwa, 24-27.08.2022) w referacie pt. „Morphological masculinity and biomarkers of long-term health in men.”, a manuskrypt opisujący te zależności jest obecnie w przygotowaniu.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W trakcie swojej kariery naukowej współpracowałam bądź obecnie współpracuję z naukowcami z innych uczelni i instytutów badawczych:

- a) W czasie pracy w Zakładzie Antropologii Polskiej Akademii Nauk prowadziłam badania nad zależnością między strategią seksualną matki a parametrami urodzeniowymi jej dziecka, weryfikując założenia hipotezy „polowania na dobre geny”. Wyniki badania zostały opublikowane w artykule:

- Pawłowski, B., Żelaźniewicz, A. (2012). Newborn's condition at birth does not depend on maternal sexual strategy-evidence against the "hunting for good genes" hypothesis. *American Journal of Human Biology*, 24(4), 420-424.
- b) Współpracowałam z zespołem badawczym Christophera Watkina (Abertay University, UK) w badaniach nad biologicznymi i kulturowymi korelatami miłości romantycznej, a rezultaty badań zostały opublikowane w pracach:
- Watkina, C. D., Leongómez, J. D., Bovet, J., Żelaźniewicz, A., Korbmacher, M., Varella, M. A. C., ... & Bolgan, S. (2019). National income inequality predicts cultural variation in mouth to mouth kissing. *Scientific reports*, 9(1), 1-9 (Badanie uhonorowane nagrodą Ig-Nobla – IgNoble Prize for Economics 2020).
- Watkina, C. D., Bovet, J., Fernandez, A. M., Leongómez, J. D., Żelaźniewicz, A., Corrêa Varella, M. A., & Wagstaff, D. (2022). Men say "I love you" before women do: Robust across several countries. *Journal of Social and Personal Relationships*, 02654075221075264.
- c) Współpracowałam z zespołem dr hab. prof. UW r Piotra Sorokowskiego (Instytut Psychologii) w badaniach nad zależnością między cechami maskulinizacji i poziomem testosteronu, biologicznym znaczeniem miłości romantycznej oraz wpływem kraju pochodzenia recenzenta na ocenę jakości pracy innych naukowców:
- Kowal, M., Sorokowski, P., Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Orzechowski, S., Żurek, G., ... & Nawrat, M. (2021). Are Beards Honest Signals of Male Dominance and Testosterone? *Archives of Sexual Behavior*, 50(8), 3703-3710.
- Thomas, A. G., Kowal, M., Sorokowski, P., Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Orzechowski, S., & Crewther, B. T. (2021). Modest Exercise-Induced Increases in Testosterone Concentration Are Not Associated with Mating Strategy Change in Healthy Young Men. *Evolutionary Psychological Science*, 7(3), 298-303.
- Kowal, M., Sorokowski, P., Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Orzechowski, S., Żurek, A., & Żurek, G. (2021). A positive relationship between body height and the testosterone response to physical exercise. *Evolution and Human Behavior*, 42(3), 179-185.
- Sorokowski, P., Żelaźniewicz, A., Nowak, J., Groyecka, A., Kaleta, M., Lech, W., ... & Pisanski, K. (2019). Romantic love and reproductive hormones in women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(21), 4224.
- Kowal, M., Sorokowski, P., Kulczycki, E., & Żelaźniewicz, A. (2022). The impact of geographical bias when judging scientific studies. *Scientometrics*, 127(1), 265-273.
- d) Byłam również współautorem prac w badaniach międzykulturowych prowadzonych w Instytucie Psychologii UW r
- Groyecka, A., Żelaźniewicz, A., Misiak, M., Karwowski, M., & Sorokowski, P. (2017). Breast shape (ptosis) as a marker of a woman's breast attractiveness and age: Evidence from Poland and Papua. *American Journal of Human Biology*, 29(4), e22981.
- Frąckowiak, T., Groyecka-Bernard, A., Oleszkiewicz, A., Butovskaya, M., Żelaźniewicz, A., & Sorokowski, P. (2020). Difference in perception of onset of old age in traditional (Hadza)

and modern (Polish) societies. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(19), 7079.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

6.1. Działalność dydaktyczna i opieka naukowa nad studentami.

Od początku studiów doktoranckich i w czasie zatrudnienia w Zakładzie Antropologii Uniwersytetu Wrocławskiego prowadziłam zajęcia przede wszystkim na Wydziale Nauk Biologicznych i Wydziale Nauk Historycznych i Pedagogicznych (Załącznik 4A, pkt. IV.3a). Dla pięciu z nich (*Wykorzystanie języka angielskiego w biologii człowieka, Ewolucyjne podłoże zdrowia i chorób, Elementy neurologii i neuropatologii, Pierwsza pomoc przedmedyczna, Anatomia i fizjologia układu nerwowego*) opracowałam program przedmiotu, przygotowałam i prowadziłam ćwiczenia, seminaria lub wykłady. Brałam również udział w opracowaniu programu przedmiotu *Etologia człowieka* dla studentów kierunku Biologii Człowieka. Dodatkowo w latach 2012-2013 oraz 2020-2022 prowadziłam zajęcia na Uniwersytecie SWPS we Wrocławiu z *Podstaw wiedzy o mózgu* i *Biologicznych podstaw zachowania*.

W trakcie swojej pracy naukowej byłam opiekunem 18 prac licencjackich i 11 prac magisterskich. Byłam również promotorem pomocniczym jednej pracy doktorskiej. Szczegółowa lista prac dyplomowych podana jest w Wykazie osiągnięć naukowych (Załącznik 4A, pkt. IV.3b).

6.2. Popularyzacja nauki

W latach 2010-2019 brałam udział w przygotowaniu i prowadzeniu warsztatów dla uczniów szkół podstawowych, gimnazjalnych i średnich podczas Dolnośląskiego Festiwalu Nauki. Brałam również udział w Dniach Darwina (2016) na Uniwersytecie Wrocławskim jako prezentujący wykład. Byłam także jednym z prowadzących warsztaty dla studentów i doktorantów w czasie Szkoły Wiosennej Polskiego Towarzystwa Nauk o Człowieku i Ewolucji (2016). Jestem również współautorem artykułu popularnonaukowego „Mumia na Receptę” opublikowanego w *Wiedzy i Życiu* w 2012 roku. Brałam również udział w Webinarze edukacyjnym, organizowanym przez Centrum Badań nad Biologicznymi Podstawami Funkcjonowania Społecznego, Polskie Towarzystwo Nauk o Człowieku i Ewolucji oraz Strefę Psyche SWPS.

Udzielałam również wywiadów do gazet oraz telewizji, promujących prowadzone przeze mnie badania i ich wyniki (m.in. *Newsweek* (25.07.2021) „*Po co kobietom piersi? Bo wcale nie chodzi o wabienie płci przeciwnej.*”; *Gazeta Wyborcza*: (25.04.2013) „*Boski odprysk ewolucji.*”, (27.01.2022) „*Polscy naukowcy donoszą - Rozwiązujemy zagadki kobiecych piersi i męskich mięśni.*”; *Inn Poland* (05.10.2020) „*Antynobel z ekonomii dla Polki! Sprawdziła, od czego zależy... jak często całujecie się w związkach.*”; *Dzień dobry TVN* (25.09.2020) „*Polka otrzymała IG Nobla za badanie całowania: "Najczęściej całujemy się w stałych związkach"*”; 26.09.2020 – Podcast radia RAM „*Wrocławianka laureatką nagrody Ig Nobla*”).

6.3. Działalność organizacyjna

Od początku mojej pracy na stanowisku adiunkta jestem członkiem zespołu ds. jakości kształcenia Zakładu Biologii Człowieka UWr. Zostałam również trzykrotnie wybrana Sekretarzem Polskiego Towarzystwa Nauk o Człowieku i Ewolucji i pełnię tę funkcję od początku istnienia Towarzystwa (od 2013 roku).

Byłam również członkiem komitetu organizacyjnego dwóch ważnych konferencji naukowych o zasięgu międzynarodowym – Konferencji European Human Behavior and Evolution Association (EHBEA) w 2010 roku oraz I Konferencji Polskiego Towarzystwa Nauk o Człowieku i Ewolucji w 2014 roku.

6.4. Nagrody

Za działalność organizacyjną trzykrotnie otrzymałam nagrodę Rektora Uniwersytetu Wrocławskiego (2017, 2018, 2019). Dwukrotnie otrzymałam również nagrodę Rektora Uniwersytetu Wrocławskiego za osiągnięcia naukowe (2020, 2021). Jestem również laureatką Nagrody IgNoble 2020 w dziedzinie ekonomii za artykuł: „*Watkins, C. D., Leongómez, J. D., Bovet, J., Żelaźniewicz, A., Korbmacher, M., Varella, M. A. C., ... & Bolgan, S. (2019). National income inequality predicts cultural variation in mouth to mouth kissing. Scientific reports, 9(1), 1-9.*”. Nagroda ta przyznawana jest za wartościowe prace, które prowokują do myślenia, ma na celu popularyzację nauki i pokazanie zabawnych aspektów pracy naukowca.

W czasie studiów doktoranckich byłam również dwukrotną stypendystką stypendiów naukowych finansowanych ze środków Unii Europejskiej (POKL, EFS) w programie "Rozwój potencjału i oferty edukacyjnej Uniwersytetu Wrocławskiego szansą zwiększenia konkurencyjności Uczelni", a także w 2013 roku otrzymałam wyróżnienie w ramach Stypendium im. Ludwika Hirszfelda w zakresie nauk biologicznych i medycznych przyznawanego w Studenckim Programie Stypendialnym Urzędu Miejskiego Wrocławia.

6.5. Podsumowanie bibliometryczne:

	Liczba publikacji	Sumaryczny IF _{rok publikacji}	Sumaryczny IF ₂₀₂₁	Sumaryczny IF _{5y}	Suma liczby pkt MEiN
Prace opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora	4	8,999	12,752	11,174	320
Prace opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora	Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia				
	6	34,502	35,761	35,654	820
	Publikacje nie wchodzące w skład osiągnięcia				
	24	68,778	85,724	84,222	2460
Łącznie	34	112,279	134,237	131,05	3600

Liczba cytowań według bazy Scopus = 186 (bez autocytaowań = 164)

Indeks Hirscha według bazy Web of Science: 7



PODPIS ZAUFANY

AGNIESZKA MARIA
ŻELAŻNIEWICZ

28.02.2023 22:05:01 [GMT+1]

Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

.....
(podpis wnioskodawcy)

Bibliografía:

- Ahola, A. S., Christianson, S. Å., Hellström, Å. (2009). Justice needs a blindfold: Effects of gender and attractiveness on prison sentences and attributions of personal characteristics in a judicial process. *Psychiatry, Psychology and Law*, 16(sup1), S90-S100.
- Andersen, C. Y., Byskov, A. G. (2006). Estradiol and regulation of anti-Müllerian hormone, inhibin-A, and inhibin-B secretion: analysis of small antral and preovulatory human follicles' fluid. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91(10), 4064-4069.
- Anderson, P. (1983). The reproductive role of the human breast. *Current Anthropology* 24, 25-45.
- Anderson, J. L. (1988). Breast, hips, and buttocks revisited: honest fatness for honest fitness. *Ethology and Sociobiology* 9(5), 319-324.
- Anderson, J. D., Chandler, S. C., Mason, M. A., Khan, C. B., Lindsay, J. E., Sandler, R. M., et al. (2013). Scientific analysis reveals major differences in the breast size of women in different countries. *The Journal of Female Health Sciences* 25, 268-292.
- Arnocky, S., Denomme, B., Hodges-Simeon, C., Hlay, J. K., Davis, A. C., Brennan, H. (2023). Self-perceived Mate Value is Predicted by Biological and self-reported Indices of Health in Young Adults. *Adaptive Human Behavior and Physiology*, 1-18.
- Bizzarri, C., Montemitro, E., Pedicelli, S., Ciccone, S., Majo, F., Cappa, M., et al. (2015). Glucose tolerance affects pubertal growth and final height of children with cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonology*, 50(2), 144-149.
- Blevins, J. K., Coxworth, J. E., Herndon, J. G., Hawkes, K. (2013). Brief communication: adrenal androgens and aging: female chimpanzees (*Pan troglodytes*) compared with women. *American Journal of Physical Anthropology* 151(4), 643-648.
- Boothroyd, L. G., Scott, I., Gray, A. W., Coombes, C. I., Pound, N. (2013). Male facial masculinity as a cue to health outcomes. *Evolutionary Psychology*, 11(5), 147470491301100508.
- Bovet, J., Barkat-Defradas, M., Durand, V., Faurie, C., Raymond, M. (2018). Women's attractiveness is linked to expected age at menopause. *Journal of Evolutionary Biology*, 31(2), 229-238.
- Broekmans, F. J., Knauff, E. A., te Velde, E. R., Macklon, N. S., Fauser, B. C. (2007). Female reproductive ageing: current knowledge and future trends. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 18(2), 58-65.
- Broer, S. L., Broekmans, F. J., Laven, J. S., Fauser, B. C. (2014). Anti-Müllerian hormone: ovarian reserve testing and its potential clinical implications. *Human Reproduction Update*, 20(5), 688-701.
- Bulpitt, C. J., Markowe, H. L. J., Shipley, M. J. (2001). Why do some people look older than they should? *Postgraduate Medical Journal*, 77(911), 578-581.
- Cai, Z., Hahn, A. C., Zhang, W., Holzleitner, I. J., Lee, A. J., DeBruine, L. M., et al. (2019). No evidence that facial attractiveness, femininity, averageness, or coloration are cues to susceptibility to infectious illnesses in a university sample of young adult women. *Evolution and Human Behavior*, 40(2), 156-159.
- Campbell, B. (2020). DHEAS and human development: an evolutionary perspective. *Frontiers in Endocrinology* 11, 101.
- Cant, J. (1981). Hypothesis for the evolution of human breasts and buttocks. *The American Naturalist* 117(2), 199-204.
- Caro, T. M., Sellen, D. W. (1990). The reproductive advantages of fat in women. *Ethology and Sociobiology* 11(1), 51-66.
- Chavarro, J. E. (2021). Glycemic status and fertility—implications for preconception care. *Fertility and Sterility*, 115(1), 80.
- Cheong, J. N., Wlodek, M. E., Moritz, K. M., Cuffe, J. S. (2016). Programming of maternal and offspring disease: impact of growth restriction, fetal sex and transmission across generations. *The Journal of Physiology*, 594(17), 4727-4740.
- Coetzee, V., Perrett, D. I., Stephen, I. D. (2009). Facial adiposity: A cue to health? *Perception*, 38(11), 1700-1711.
- Correa-Rodríguez, M., González-Ruiz, K., Rincón-Pabón, D., Izquierdo, M., García-Hermoso, A., Agostinis-Sobrinho, C., et al. (2020). Normal-weight obesity is associated with increased cardiometabolic risk in young adults. *Nutrients*, 12(4), 1106.
- Davies, M. J., Norman, R. J. (2002). Programming and reproductive functioning. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 13(9), 386-392.

- Debrabant, B., Soerensen, M., Christiansen, L., Tan, Q., McGue, M., Christensen, K., et al. (2018). DNA methylation age and perceived age in elderly Danish twins. *Mechanisms of Ageing and Development*, *169*, 40-44.
- de Jager, S., Coetzee, N., Coetzee, V. (2018). Facial adiposity, attractiveness and health: A review. *Frontiers in Psychology*, *9*, 2562.
- Depmann, M., Broer, S. L., Van Der Schouw, Y. T., Tehrani, F. R., Eijkemans, M. J., Mol, B. W., et al. (2016). Can we predict age at natural menopause using ovarian reserve tests or mother's age at menopause? A systematic literature review. *Menopause*, *23*(2), 224-232.
- Dogra, S., Jindal, R. (2011). Cutaneous manifestations of common liver diseases. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, *1*(3), 177-184.
- Dossinger, K., Wanberg, C. R., Choi, Y., Leslie, L. M. (2019). The beauty premium: The role of organizational sponsorship in the relationship between physical attractiveness and early career salaries. *Journal of Vocational Behavior*, *112*, 109-121.
- Doumatey, A. P., Bentley, A. R., Zhou, J., Huang, H., Adeyemo, A., Rotimi, C. N. (2012). Paradoxical hyperadiponectinemia is associated with the metabolically healthy obese (MHO) phenotype in African Americans. *Journal of Endocrinology and Metabolism*, *2*(2), 51.
- Dupont, J., Pollet-Villard, X., Reverchon, M., Mellouk, N., Levy, R. (2015). Adipokines in human reproduction. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, *24*(1), 11-24.
- Einon, D. (2007). The shaping of women's bodies: men's choice of fertility or heat stress avoidance? In *The Body Beautiful*, pp. 131-158. Palgrave Macmillan, London.
- Finstad, S. E., Emaus, A., Potischman, N., Barrett, E., Furberg, A. S., Ellison, P., et al. (2009). Influence of birth weight and adult body composition on 17 β -estradiol levels in young women. *Cancer Causes & Control*, *20*(2), 233-242.
- Foo, Y. Z., Simmons, L. W., Rhodes, G. (2017). Predictors of facial attractiveness and health in humans. *Scientific Reports*, *7*(1), 1-12.
- Ford, C., Beach, F. (1951). *Patterns of Sexual Behaviour*. Harper & Row, New York.
- Gallup, G. Jr. (1982). Permanent breast enlargement in human females: a sociobiological analysis. *Journal of Human Evolution* *11*(7), 597-601.
- Gangestad, S. W., Merriman, L. A., Thompson, M. E. (2010). Men's oxidative stress, fluctuating asymmetry and physical attractiveness. *Animal Behaviour*, *80*(6), 1005-1013.
- Gkogkolou, P., Böhm, M. (2012). Advanced glycation end products: Key players in skin aging? *Dermato-endocrinology*, *4*(3), 259-270.
- Greaves, R. F., Wudy, S. A., Badoer, E., Zacharin, M., Hirst, J. J., Quinn, T., et al. (2019). A tale of two steroids: the importance of the androgens DHEA and DHEAS for early neurodevelopment. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* *188*, 77-85.
- Gray, A. W., Boothroyd, L. G. (2012). Female facial appearance and health. *Evolutionary Psychology*, *10*(1), 147470491201000108.
- Guerre-Millo, M. (2004). Adipose tissue and adipokines: for better or worse. *Diabetes & Metabolism*, *30*(1), 13-19.
- Gunn, D. A., Larsen, L. A., Lall, J. S., Rexbye, H., Christensen, K. (2016). Mortality is written on the face. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, *71*(1), 72-77.
- Havlíček, J., Třebický, V., Valentova, J. V., Kleisner, K., Akoko, R. M., Fialová, J., et al. (2017). Men's preferences for women's breast size and shape in four cultures. *Evolution and Human Behavior* *38*(2), 217-226.
- Henderson, A. J., Holzleitner, I. J., Talamas, S. N., Perrett, D. I. (2016). Perception of health from facial cues. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *371*(1693), 20150380.
- Hill, K., Hurtado, A. M., Walker, R. S. (2007). High adult mortality among Hiwi hunter-gatherers: Implications for human evolution. *Journal of Human Evolution*, *52*(4), 443-454.
- Hill, P., Wynder, E. L., Garbaczewski, L., Helman, P., Hill, M., Sporangisa, J., et al. (1980). Diet and menarche in different ethnic groups. *European Journal of Cancer* *16*(4), 519-525.
- Hume, D. K., Montgomerie, R. (2001). Facial attractiveness signals different aspects of "quality" in women and men. *Evolution and Human Behavior*, *22*(2), 93-112.
- Hwang, S. W., Atia, M., Nisenbaum, R., Pare, D. E., Joordens, S. (2011). Is looking older than one's actual age a sign of poor health? *Journal of General Internal Medicine*, *26*(2), 136-141.

- Jafar, N., Edriss, H., Nugent, K. (2016). The effect of short-term hyperglycemia on the innate immune system. *The American Journal of the Medical Sciences*, 351(2), 201-211.
- Jasieńska, G., Ziolkiewicz, A., Ellison, P. T., Lipson, S. F., Thune, I. (2004). Large breasts and narrow waists indicate high reproductive potential in women. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 271(1545), 1213-1217.
- Jasieńska, G., Thune, I., Ellison, P. T. (2006a). Fatness at birth predicts adult susceptibility to ovarian suppression: an empirical test of the Predictive Adaptive Response hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(34), 12759-12762.
- Jasieńska, G., Ziolkiewicz, A., Lipson, S. F., Thune, I., Ellison, P. T. (2006b). High ponderal index at birth predicts high estradiol levels in adult women. *American Journal of Human Biology*, 18(1), 133-140.
- Jokela, M. (2009). Physical attractiveness and reproductive success in humans: evidence from the late 20th century United States. *Evolution and Human Behavior*, 30(5), 342-350.
- Jones, B. C., Hahn, A. C., Fisher, C. I., Wang, H., Kandrik, M., Lao, J., et al. (2018). No compelling evidence that more physically attractive young adult women have higher estradiol or progesterone. *Psychoneuroendocrinology*, 98, 1-5.
- Kar, S. P., Andrusis, I. L., Brenner, H., Burgess, S., Chang-Claude, J., Conside, D., et al. (2019). The association between weight at birth and breast cancer risk revisited using Mendelian randomisation. *European Journal of Epidemiology*, 34(6), 591-600.
- Katch, V. L., Campaigne, B., Freedson, P., Sady, S., Katch, F. I., Behnke, A. R. (1980). Contribution of breast volume and weight to body fat distribution in females. *American Journal of Physical Anthropology* 53(1), 93-100.
- Kelsey, T. W., Wright, P., Nelson, S. M., Anderson, R. A., Wallace, W. H. B. (2011). A validated model of serum anti-Müllerian hormone from conception to menopause. *PloS One*, 6(7), e22024.
- Kilim, S. R., Chandala, S. R. (2013). A comparative study of lipid profile and oestradiol in pre-and post-menopausal women. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 7(8), 1596.
- Kościński, K., Makarewicz, R., Bartoszewicz, Z. (2020). Stereotypical and actual associations of breast size with mating-relevant traits. *Archives of Sexual Behavior* 49(3), 821-836.
- Labrie, F. (1991). Intracrinology. *Molecular and Cellular Endocrinology* 78(3), C113-C118.
- Law Smith, M. J., Perrett, D. I., Jones, B. C., Cornwell, R. E., Moore, F. R., Feinberg, D. R., et al. (2006). Facial appearance is a cue to oestrogen levels in women. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1583), 135-140.
- Lassek, W. D., Gaulin, S. J. (2019). Evidence supporting nubility and reproductive value as the key to human female physical attractiveness. *Evolution and Human Behavior*, 40(5), 408-419.
- Loy, S. L., Ku, C. W., Lai, A. E. Q., Choo, X. H., Ho, A. H. M., Cheung, Y. B., et al. (2021). Plasma glycaemic measures and fecundability in a Singapore preconception cohort study. *Fertility and Sterility*, 115(1), 138-147.
- Little, A. C., Jones, B. C., DeBruine, L. M. (2011). Facial attractiveness: evolutionary based research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1571), 1638-1659.
- Luoto, S., Krama, T., Rubika, A., Borráz-León, J. I., Trakimas, G., Elferts, D., et al. (2021). Socioeconomic position, immune function, and its physiological markers. *Psychoneuroendocrinology*, 127, 105202.
- Maestriperi, D., Klimczuk, A., Traficante, D., Wilson, C. (2014). A greater decline in female facial attractiveness during middle age reflects women's loss of reproductive value. *Frontiers in Psychology*, 179.
- Marcinkowska, U. M., Kozlov, M. V., Cai, H., Contreras-Garduño, J., Dixon, B. J., Oana, G. A., et al. (2014). Cross-cultural variation in men's preference for sexual dimorphism in women's faces. *Biology Letters*, 10(4), 20130850.
- Marlowe, F. (1998). The nubility hypothesis. *Human Nature* 9(3), 263-271.
- Mengelkoch, S., Gassen, J., Prokosch, M. L., Boehm, G. W., Hill, S. E. (2022). More than just a pretty face? The relationship between immune function and perceived facial attractiveness. *Proceedings of the Royal Society B*, 289(1969), 20212476.
- Michaud, M., Balardy, L., Moulis, G., Gaudin, C., Peyrot, C., Vellas, B., et al. (2013). Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(12), 877-882.

- Milich, K. M., Deimel, C., Schaebs, F. S., Thornburg, J., Deschner, T., Vitzthum, V. J. (2015). Links between breast cancer and birth weight: an empirical test of the hypothesized association between size at birth and premenopausal adult progesterone concentrations. *Hormones and Cancer*, 6(4), 182-188.
- Milne, B. J., Belsky, J., Poulton, R., Thomson, W. M., Caspi, A., Kieser, J. (2003). Fluctuating asymmetry and physical health among young adults. *Evolution and Human Behavior*, 24(1), 53-63.
- Morris, D. H., Jones, M. E., Schoemaker, M. J., Ashworth, A., Swerdlow, A. J. (2011). Familial concordance for age at natural menopause: results from the Breakthrough Generations Study. *Menopause*, 18(9), 956-961.
- Nedelec, J. L., Beaver, K. M. (2014). Physical attractiveness as a phenotypic marker of health: an assessment using a nationally representative sample of American adults. *Evolution and Human Behavior*, 35(6), 456-463.
- Noordam, R., Gunn, D. A., Tomlin, C. C., Maier, A. B., Mooijaart, S. P., Slagboom, P. E., et al. (2013). High serum glucose levels are associated with a higher perceived age. *Age*, 35(1), 189-195.
- Noordam, R., Gunn, D. A., Tomlin, C. C., Rozing, M. P., Maier, A. B., Slagboom, P. E., et al. (2012). Cortisol serum levels in familial longevity and perceived age: the Leiden longevity study. *Psychoneuroendocrinology*, 37(10), 1669-1675.
- Nowak, J., Pawłowski, B., Borkowska, B., Augustyniak, D., Drulis-Kawa, Z. (2018). No evidence for the immunocompetence handicap hypothesis in male humans. *Scientific Reports*, 8(1), 1-11.
- Nowak-Kornicka, J., Borkowska, B., Pawłowski, B. (2020). Masculinity and immune system efficacy in men. *PLoS One*, 15(12), e0243777.
- Park, H. K., Ahima, R. S. (2015). Physiology of leptin: energy homeostasis, neuroendocrine function and metabolism. *Metabolism*, 64(1), 24-34.
- Pátková, Ž., Schwambergová, D., Třebická Fialová, J., Třebický, V., Stella, D., Kleisner, K., et al. (2022). Attractive and healthy-looking male faces do not show higher immunoreactivity. *Scientific Reports*, 12(1), 1-14.
- Pawłowski, B. (1999). Permanent breasts as a side effect of subcutaneous fat tissue increase in human evolution. *Homo - Journal of Comparative Human Biology* 50(2), 149-162.
- Pedersen, S., Bruun, J., Hube, F., Kristensen, K., Hauner, H., Richelsen, B. (2001). Demonstration of estrogen receptor subtypes α and β in human adipose tissue: influences of adipose cell differentiation and fat depot localization. *Molecular and Cellular Endocrinology* 182(1), 27-37.
- Penn, D. J., Számadó, S. (2020). The Handicap Principle: how an erroneous hypothesis became a scientific principle. *Biological Reviews*, 95(1), 267-290.
- Perrett, D. I., Lee, K. J., Penton-Voak, I., Rowland, D., Yoshikawa, S., Burt, D. M., et al. (1998). Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness. *Nature*, 394(6696), 884-887.
- Peters, M., Rhodes, G., Simmons, L. W. (2008). Does attractiveness in men provide clues to semen quality? *Journal of Evolutionary Biology*, 21(2), 572-579.
- Pflüger, L. S., Oberzaucher, E., Katina, S., Holzleitner, I. J., Grammer, K. (2012). Cues to fertility: Perceived attractiveness and facial shape predict reproductive success. *Evolution and Human Behavior*, 33(6), 708-714.
- Phalane, K. G., Tribe, C., Steel, H. C., Cholo, M. C., Coetzee, V. (2017). Facial appearance reveals immunity in African men. *Scientific Reports*, 7(1), 1-9.
- Probst, F., Bobst, C., Lobmaier, J. S. (2016). Testosterone-to-oestradiol ratio is associated with female facial attractiveness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(1), 89-99.
- Puts, D. A., Bailey, D. H., Cárdenas, R. A., Burriss, R. P., Welling, L. L., Wheatley, J. R., et al. (2013). Women's attractiveness changes with estradiol and progesterone across the ovulatory cycle. *Hormones and Behavior*, 63(1), 13-19.
- Rader, D. J., Hovingh, G. K. (2014). HDL and cardiovascular disease. *The Lancet*, 384(9943), 618-625.
- Rantala, M. J., Coetzee, V., Moore, F. R., Skrinda, I., Kecko, S., Krama, T., et al. (2013a). Facial attractiveness is related to women's cortisol and body fat, but not with immune responsiveness. *Biology Letters*, 9(4), 20130255.
- Rantala, M. J., Coetzee, V., Moore, F. R., Skrinda, I., Kecko, S., Krama, T., et al. (2013b). Adiposity, compared with masculinity, serves as a more valid cue to immunocompetence in human mate choice. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1751), 20122495.

- Rauh, C., Faschingbauer, F., Haeberle, L., Jud, S., Heusinger, K., Fasching, P., et al. (2013). Factors influencing breast changes after pregnancy. *European Journal of Cancer Prevention* 22(3), 259-261.
- Re, D. E., Rule, N. O. (2016). Heavy matters: The relationship between just noticeable differences in perceptions of facial adiposity and facial attractiveness. *Social Psychological and Personality Science*, 7(1), 69-76.
- Rhodes, G., Chan, J., Zebrowitz, L. A., Simmons, L. W. (2003). Does sexual dimorphism in human faces signal health? *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(suppl_1), S93-S95.
- Rozing, M. P., Westendorp, R. G., de Craen, A. J., Frölich, M., de Goeij, M. C., Heijmans, B. T., et al. (2010). Favorable glucose tolerance and lower prevalence of metabolic syndrome in offspring without diabetes mellitus of nonagenarian siblings: the Leiden longevity study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(3), 564-569.
- Schacht, R., Kramer, K. L. (2019). Are we monogamous? A review of the evolution of pair-bonding in humans and its contemporary variation cross-culturally. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 230.
- Scrimshaw, N. S. (1997). The relation between fetal malnutrition and chronic disease in later life: good nutrition and lifestyle matter from womb to tomb. *BMJ*, 315(7112), 825-826.
- Semba, R. D., Nicklett, E. J., Ferrucci, L. (2010). Does accumulation of advanced glycation end products contribute to the aging phenotype? *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 65(9), 963-975.
- Shah, S., Baez, E. A., Felipe, D. L., Maynard, J. D., Hempe, J. M., Chalew, S. A. (2013). Advanced glycation end products in children with diabetes. *The Journal of Pediatrics*, 163(5), 1427-1431.
- Skrinda, I., Krama, T., Kecko, S., Moore, F. R., Kaasik, A., Meija, L., et al. (2014). Body height, immunity, facial and vocal attractiveness in young men. *Naturwissenschaften*, 101(12), 1017-1025.
- Soler, C., Kekäläinen, J., Núñez, M., Sancho, M., Álvarez, J. G., Núñez, J., et al. (2014). Male facial attractiveness and masculinity may provide sex-and culture-independent cues to semen quality. *Journal of Evolutionary Biology*, 27(9), 1930-1938.
- Stearns SC. The evolution of life histories. In Oxford University Press 1992 Oxford, UK:Oxford University Press.
- Sugiyama, L. S. (2015). Physical attractiveness in adaptationist perspective. *The handbook of evolutionary psychology*, 292-343.
- Swaddle, J. P., Reiersen, G. W. (2002). Testosterone increases perceived dominance but not attractiveness in human males. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269(1507), 2285-2289.
- Thomas, F., Renaud, F., Benefice, E., De Meeüs, T., Guegan, J. F. (2001). International variability of ages at menarche and menopause: patterns and main determinants. *Human Biology*, 271-290.
- Towner, M. C., Nenko, I., Walton, S. E. (2016). Why do women stop reproducing before menopause? A life-history approach to age at last birth. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1692), 20150147.
- TwoRoger, S. S., Eliassen, A. H., Missmer, S. A., Baer, H., Rich-Edwards, J., Michels, K. B., et al. (2006). Birthweight and body size throughout life in relation to sex hormones and prolactin concentrations in premenopausal women. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 15(12), 2494-2501.
- van Montfoort, A. P., Plösch, T., Hoek, A., Tietge, U. J. (2014). Impact of maternal cholesterol metabolism on ovarian follicle development and fertility. *Journal of Reproductive Immunology*, 104, 32-36.
- Verhulst, B., Lodge, M., Lavine, H. (2010). The attractiveness halo: Why some candidates are perceived more favorably than others. *Journal of Nonverbal Behavior*, 34(2), 111-117.
- Voegeli, R., Schoop, R., Prestat-Marquis, E., Rawlings, A. V., Shackelford, T. K., Fink, B. (2021). Cross-cultural perception of female facial appearance: A multi-ethnic and multi-centre study. *PLoS One*, 16(1), e0245998.
- Wada, K., Nakamura, K., Tamai, Y., Tsuji, M., Masue, T., Ando, K., et al. (2012). Associations of birth weight and physical activity with sex steroids in preschool Japanese children. *Cancer Causes & Control*, 23(2), 231-238.
- Wells, J. C., Nesse, R. M., Sear, R., Johnstone, R. A., Stearns, S. C. (2017). Evolutionary public health: introducing the concept. *The Lancet*, 390(10093), 500-509.

- Yamamoto, Y., Hirose, H., Saito, I., Nishikai, K., Saruta, T. (2004). Adiponectin, an adipocyte-derived protein, predicts future insulin resistance: two-year follow-up study in Japanese population. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(1), 87-90.
- Yesilaltay, A., Dokshin, G. A., Busso, D., Wang, L., Galiani, D., Chavarria, T., et al. (2014). Excess cholesterol induces mouse egg activation and may cause female infertility. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(46), E4972-E4980.
- Zahavi, A. (1975). Mate selection—a selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology*, 53(1), 205-214.
- Zaidi, A. A., White, J. D., Mattern, B. C., Liebowitz, C. R., Puts, D. A., Claes, P., et al. (2019). Facial masculinity does not appear to be a condition-dependent male ornament and does not reflect MHC heterozygosity in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(5), 1633-1638.
- Zebrowitz, L. A., Rhodes, G. (2004). Sensitivity to “bad genes” and the anomalous face overgeneralization effect: Cue validity, cue utilization, and accuracy in judging intelligence and health. *Journal of Nonverbal Behavior*, 28(3), 167-185.