



Aktywność fizyczna podejmowana w trakcie życia a kondycja poznawcza osób dorosłych. Badania trzech niezależnych grup dorosłych Polaków

Lifetime physical activity and the cognitive condition of adults. Research of three independent groups of Polish adults

Ewa M. Szepietowska^a, Alicja K. Dąbal^b

^a *Dr hab. Ewa Małgorzata Szepietowska, prof. ucz.¹, PhD hab., <https://orcid.org/0000-0003-3383-0353>*

^b *Mgr Alicja Karolina Dąbal¹, <http://orcid.org/0000-0002-7010-9699>*

¹ *Katedra Psychologii Klinicznej i Neuropsychologii, Instytut Psychologii, Uniwersytet im. Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

Abstrakt: Jednym z typowych objawów starzenia się organizmu jest spadek poziomu funkcjonowania w wybranych obszarach poznawczych. Znacząca liczba doniesień wskazuje, że aktywność fizyczna podejmowana w kolejnych latach życia może sprzyjać podtrzymaniu kondycji poznawczej w okresie późnej dorosłości i starości. Cel: Podjęto badania mające na celu określenie, czy nasilenie deklarowanej aktywności fizycznej podejmowanej na przestrzeni życia może determinować sprawność poznawczą w wybranych jej obszarach u osób dorosłych. Materiał i metody: Materiał gromadzono od 2019 roku. Do badań zapraszano osoby w wieku 40+. Zrealizowano trzy niezależne badania w odrębnych grupach osób (grupa 1: N = 120; grupa 2: N = 90; grupa 3: N = 60). Łącznie w badaniach wzięło udział 270 osób. Do oceny nasilenia aktywności fizycznej wykorzystano autorski kwestionariusz; do oceny funkcji poznawczych i emocjonalnych: test MoCA, podtesty WAIS-R PL, testy fluencji słownej, BDI-II oraz DEX-S. W grupie 3 wykorzystano także Test Łączenia Punktów. Wyniki: Analizy regresji liniowej wykazały znaczące podobieństwa w grupach. Wyższy wiek wiązał się z obniżeniem sprawności poznawczych, natomiast wyższe nasilenie aktywności fizycznej raportowanej przez badanych determinowało lepszą sprawność wybranych kompetencji poznawczych. Aktywność fizyczna była głównym determinanem sprawności poznawczej dla osób najmłodszych spośród badanych, będących w wieku pomiędzy 45. a 60. rokiem życia. Wnioski: Starszy wiek sprzyja osłabieniu kondycji poznawczej. Wyższe nasilenie raportowanej aktywności fizycznej podejmowanej w trakcie życia pozytywnie kształtuje sprawność poznawczą na kolejnych etapach życia. Aktywność fizyczna może pełnić funkcję kompensacyjną i wspomagać kompetencje poznawcze u osób starszych, szczególnie w przypadku działań angażujących funkcje wykonawcze. Związek aktywności ruchowej i sprawności kognitywnych kształtuje się jednak w zróżnicowany sposób w zależności od wieku badanych. Im osoba jest starsza, tym istotniejszy dla poziomu funkcjonowania poznawczego staje się czynnik wieku, a obserwowany wpływ aktywności fizycznej maleje.

Słowa kluczowe: aktywność fizyczna, funkcjonowanie poznawcze, starzenie się

Abstract: One of the typical symptoms of aging is a decline of the functioning level in specific cognitive areas. A significant number of reports indicate that physical activity undertaken over a lifetime may be conducive to maintaining cognitive condition in late adulthood and old age. Aim: Research was undertaken to determine whether the intensity of the declared physical activity undertaken over the life span can determine cognitive performance in the selected areas in adults. Material and methods: The material has been collected since 2019. People aged 40+ were invited to participate in the research. Three independent studies were carried out in separate groups of people (group 1: N = 120; group 2: N = 90; group 3: N = 60). A total of 270 individuals participated in this study. The author's questionnaire was used to assess the intensity of physical activity; the MoCA test, WAIS-R PL subtests, verbal fluency tests, BDI-II and DEX-S were used to assess cognitive and emotional functions. In group 3 the Trail Making Test was also used. Results: Linear regression analyses showed significant similarities across groups. Higher age was associated with lower cognitive performance, while higher intensity of the physical activity reported by the subjects determined better efficiency of specific cognitive competencies. Physical activity was the main determinant of cognitive performance for the youngest research group (aged between 45 and 60 years). Conclusions: Older age promotes cognitive decline. Higher level of the reported lifetime physical activity positively shapes cognitive functioning at following stages of life. Physical activity may serve a compensatory function and support cognitive competencies in older adults, especially in activities involving executive functions. However, the relation between physical activity and cognitive performance varies depending on the age of the subjects. The older a person is, the more important for the level of cognitive functioning becomes the age factor, while the observed impact of the physical activity decreases.

Keywords: ageing, cognitive functioning, physical activity

Wstęp

W związku z procesem starzenia się społeczeństw coraz większą uwagę wzbudzają sposoby utrzymywania dobrej kondycji poznawczej w późnych etapach dorosłości. W procesie starzenia się fizjologicznego (normatywnego) nasilają się trudności głównie w zakresie funkcjonowania wykonawczego, podzielności uwagi, szybkości psychomotorycznej, pamięci epizodycznej oraz proceduralnej (Oswald i in., 2020). Wiek jest także czynnikiem ryzyka rozwoju demencji (Krivanek, Gale, McFeeley, Nicastri, Daffner, 2021). Wiele danych przemawia za tym, że regularne podejmowanie aktywności fizycznej jest powiązane ze zmianami wolumetrycznymi i funkcjonalnymi mózgu, które sprzyjają ogólnej sprawności poznawczej (Barnes, 2015) oraz różnym jej wymiarom u starszych osób (Ingold, Tulliani, Chan, Liu, 2020). Aktywność fizyczna pozwala także modyfikować negatywny dla funkcji poznawczych wpływ schorzeń sercowo-naczyniowych i metabolicznych (nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, otyłość) oraz innych (osteoporoza, depresja) (Busse, Gil, Santarém, Filho, 2009). Pomimo dyskusji dotyczących metodologii badań nad związkiem pomiędzy aktywnością fizyczną i sprawnością kognitywną osób w późnym etapie życia, to właśnie ten rodzaj aktywności uzyskał rekomendacje różnych organizacji jako metody pozwalającej utrzymać istniejącą sprawność lub łagodzić typowe dla wieku deficyty poznawcze (Krivanek i in., 2021).

Aktywność fizyczna może wpływać na rozwój mózgu i funkcjonowanie poznawcze już od najmłodszych lat życia, choć istniejące obecnie dowody dotyczące korzyści płynących z ruchu u osób najmłodszych są niejednoznaczne. Metaanaliza Singh i współpracowników (2019) wykazała w 10 z 21 (48%) analizowanych prac korzystny wpływ wysiłku fizycznego na wyniki poznawcze u dzieci i młodzieży. Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher oraz Hartman (2018) zauważyli, że pozytywne efekty aktywności fizycznej u dzieci 6-12 lat są widoczne w szczególności w zakresie funkcji wykonawczych, uwagi i wyników w nauce. Osiąganie lepszych wyników w nauce jest ściśle związane z lepszym funkcjonowaniem wykonawczym, jako że funkcje wykonawcze mają ogromne znaczenie dla powodzenia w szkole oraz rozwoju emocjonalnego dzieci i młodzieży (Bidzan-Bluma, Lipowska, 2018).

Wyniki badań podłużnych potwierdzają pozytywne, odroczone efekty aktywności ruchowej (niezależnie od jej formy) w postaci zmniejszenia ryzyka deficytów poznawczych i rozwoju demencji. Część danych wykazała protekcyjną rolę tej aktywności niezależnie od etapu życia w którym była podjęta (Green, Lee, Thuret, 2019). Z kolei inne doniesienia wskazały, że istotnym determinantem pozytywnego starzenia się jest aktywność podejmowana w okresie dorosłości, ale nie dzieciństwa i młodości (Reas i in., 2019). Kolejne doniesienia wskazały, że wyjściowy poziom aktywności i kondycja fizyczna osób 55+, nawet po upływie 6-8 lat od pierwszego pomiaru, są dobrymi predyktorami poziomu funkcjonowania poznawczego i wykazują działanie protekcyjne przed jego osłabieniem związanym z wiekiem (Barnes, Yaffe, Satariano, Tager, 2003; Yaffe, Barnes, Nevitt, Lui, Covinsky, 2001). Wielkość efektu protekcyjnego zależy od ilości podejmowanej aktywności fizycznej i waha się od 26% w przypadku umiarkowanego poziomu aktywności fizycznej w porównaniu z brakiem lub niskim poziomem aktywności fizycznej (Guure, Ibrahim, Adam, Said, 2017) do 38% u osób, które charakteryzuje wysoki poziom aktywności fizycznej (Sofi i in., 2011).

Pozytywnych efektów przeszłej aktywności możemy oczekiwać także w odległym czasie, nawet po dekadzie życia. Rovio i współautorzy (2005) wykazali, że ryzyko demencji w wieku 65–79 lat jest mniejsze u osób, które w wieku średnim ćwiczyły co najmniej 2 razy w tygodniu. Metaanalizy podjęte przez Hamer i Chida (2009), w których uwzględniono dane z badań łącznie 163797 osób oraz metaanalizy 719 artykułów dotyczących wpływu aktywności fizycznej na sprawność poznawczą osób w wieku 55+ (Klimova, Dostalova, 2020) potwierdziły pozytywny wpływ szeroko rozumianej aktywności fizycznej na kondycję poznawczą uczestników, szczególnie w zakresie uwagi, pamięci werbalnej i pamięci epizodycznej. Co istotne, efekt ten wykazano we wszystkich doniesieniach objętych metaanalizą, bez względu na metodologię badań. Lepsza pamięć werbalna i szybkość psychomotoryczna w wieku 43-55 lat wyraźnie wiążą się z większą wydolnością krążeniowo-oddechową 25 lat wcześniej (Zhu i in., 2014). Niski poziom aktywności fizycznej i duża ilość czasu poświęcanego na oglądanie telewizji (siedzący tryb życia) w okresie od młodości

do połowy dorosłości wiążą się z gorszymi wynikami w zadaniach poznawczych w połowie życia (z mniejszą szybkością przetwarzania informacji i deficytami funkcji wykonawczych, ale nie pamięci werbalnej). W porównaniu z uczestnikami poświęcającymi niewielką ilość czasu na oglądanie telewizji a znaczną na aktywność fizyczną, prawdopodobieństwo niskich wyników poznawczych było prawie dwukrotnie większe dla dorosłych charakteryzujących się częstym oglądaniem telewizji i niską aktywnością fizyczną (Hoang i in., 2016).

Siła korzystnego wpływu wysiłku fizycznego może jednak maleć wraz z upływem czasu, a istotną rolę we wsparciu funkcjonowania poznawczego może odgrywać kontynuacja podjętej aktywności. Richards, Hardy i Wadsworth (2003) wykazali, że co prawda zaangażowanie w aktywność fizyczną w wieku 36 lat wiąże się ze spowolnieniem pogorszenia pamięci między 43. a 53. rokiem życia, jednak osoby, które pozostały aktywne fizycznie w wieku 43 lat, w wieku 53 lat charakteryzowały się lepszą pamięcią niż uczestnicy, którzy na tym etapie życia zaniechali ćwiczeń. Istotnych rezultatów dostarcza także badanie Middleton, Barnes, Lui oraz Yaffe (2010) przeprowadzone na 9344 kobietach w wieku 65+. Uczestniczki deklarowały nasilenie osobistej aktywności fizycznej z okresu nastoletniego, wieku 30 lat, wieku 50 lat oraz w późnym okresie życia. Sprawność poznawczą mierzono za pomocą zmodyfikowanej wersji Mini-Mental State Examination (mMMSE). Kobiety, które były aktywne fizycznie w którymkolwiek z okresów życia, w porównaniu do osób nieaktywnych, charakteryzowały się zredukowaną częstotliwością występowania zaburzeń poznawczych w okresie późnej dorosłości. Spośród analizowanych okresów, to aktywność fizyczna w okresie adolescencji była najsilniej związana z redukcją prawdopodobieństwa wystąpienia zaburzeń funkcji poznawczych w późnym okresie życia. Dik, Deeg, Visser i Jonker (2003) zaobserwowali z kolei, że retrospektywnie raportowana regularna aktywność fizyczna w wieku 15–25 lat koreluje z szybkością przetwarzania informacji w starszym wieku (62–85lat). Związku tego nie wyjaśniała aktualna aktywność fizyczna ani inne czynniki stylu życia, jednak występował on wyłącznie u mężczyzn. Równocześnie badacze ci

nie stwierdzili związku między aktywnością fizyczną w młodości a ogólnym poziomem funkcjonowania poznawczego, mierzonym testem MMSE.

W analizach dotyczących relacji aktywność fizyczna – funkcje poznawcze zaznacza się kilka problemów metodologicznych, które mogą wyjaśniać niespójność uzyskiwanych rezultatów. Do najważniejszych należą: zróżnicowane definicje aktywności fizycznej, jej charakteru, częstości i nasilenia, brak pomiarów podłużnych lub różny ich czas trwania (Blondell, Hammersley-Mather, Veerman, 2014). Istotna jest także kwestia pomiaru tej aktywności. Najczęściej wykorzystywane są metody kwestionariuszowe – samoopisowe, ze względu na niskie koszty ich stosowania (Innerd i in., 2015). Zwykle koncentrują się one na aktywności podejmowanej w ostatnich 7 dniach. Przykładowo, *International Physical Activity Questionnaire*–IPAQ (Booth, 2000), dotyczy czasu aktywności związanej z pracą, z przemieszczaniem się, z dbaniem o dom i rodzinę, ze sportem i rekreacją oraz z siedzącym trybem życia. Podobny charakter ma *Global Physical Activity Questionnaire* (GPAQ), który został skonstruowany w 2002 roku pod patronatem Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) (Bull, Maslin, Armstrong, 2009).

Wątpliwości dotyczące technik samoopisowych wynikają z faktu, że badani przejawiają tendencję do przypisywania sobie większej aktywności ruchowej w porównaniu do tej podejmowanej obiektywnie (Wasilewska, 2017). Wskazywane są też inne ograniczenia dotyczące metod kwestionariuszowych (Finger i in., 2015). Należą do nich: trudności w oszacowaniu czasu i częstości wykonywania czynności fizycznych, określeniu stopnia ich intensywności, niekiedy trudności w rozróżnieniu aktywności fizycznej i ćwiczeń fizycznych, przypomnieniu sobie faktów, czy związek aktywności fizycznej z płcią oraz czynnikami kulturowymi (Booth, 2000). Ze względu na ograniczenia metod samoopisowych, oprócz tych subiektywnych miar stosowane są również narzędzia pozwalające na obiektywną ocenę aktywności ruchowej tj. pedometr czy akcelerometr. Badania kobiet w wieku 50–64 r.ż. z zastosowaniem skróconej wersji kwestionariusza IPAQ-S i akcelerometru wykazały niskie korelacje pomiędzy tymi dwoma miarami (Bergier i in., 2020). Z kolei w analizach obejmujących 419 zdrowych

dorosłych wykazano istotne korelacje pomiędzy intensywnością aktywności fizycznej ocenianej subiektywnie oraz za pomocą akcelerometru z dobrostanem psychicznym, depresją oraz intensywnością bólu (Panza, Taylor, Thompson, White, Pescatello, 2019). Aunger i Wagnild (2020) wskazują, że obiektywne techniki nie uwzględniają kontekstu podejmowanej aktywności lub siedzącego trybu życia.

1. Cel badań

W celu określenia, czy nasilenie deklarowanej aktywności fizycznej podejmowanej na przestrzeni życia może determinować sprawność poznawczą w wybranych jej obszarach, zrealizowano 3 niezależne badania w odrębnych grupach osób po 40 roku życia. Łącznie w badaniach udział wzięło 270 osób.

2. Materiał i metody

Badania były prowadzone od 2019 roku, w trakcie spotkań indywidualnych prowadzonych przez dwóch psychologów. Do udziału zapraszano osoby zainteresowane, zaś kolejne były pozyskiwane metodą kuli śnieżnej. Zrealizowano trzy niezależne badania. Projekt uzyskał zgodę Komisji Etyki do Spraw Badań Naukowych przy Wydziale Pedagogiki i Psychologii UMCS (nr 41/2020). Kryteria uczestnictwa obejmowały: wiek 40+, dobrowolny udział w badaniach, stan zdrowia oraz sprawność poznawcza umożliwiającą wykonanie zadań poznawczych, samodzielność w życiu codziennym i deklaracja o braku obciążeń psychiatrycznych. Uczestnicy otrzymali informację o naukowym celu niniejszego badania oraz o możliwości wycofania się z niego w każdym momencie.

W każdym z trzech badań wykorzystano:

Kwestionariusz autorski dotyczący danych demograficznych i indywidualnych oraz aktywności ruchowej podejmowanej (a) w okresie dzieciństwa i młodości oraz (b) w okresie dorosłości i obecnie. Uczestników proszono, aby uwzględnili tu nie tylko typowe zajęcia sportowe, ale też wysiłek fizyczny związany z realizacją hobby lub innymi czynnościami codziennymi (np. działka, praca w ogrodzie).

Nasilenie tej aktywności respondenci oceniali poprzez wybór itemów. Każdemu itemowi przypisano punktację. W części (a) *Bardzo rzadko – jedynie na lekcjach WF i w czasie codziennych czynności* = 0 pkt; *rzadko, zwykle na lekcjach WF i niekiedy poza lekcjami (np. piłka nożna, rower, tyżwy, praca w ogrodzie) oraz w czasie codziennych czynności* = 1 pkt; *Nie tylko na lekcjach WF i w czasie codziennych czynności ale też poza szkołą lecz nieregularnie* = 2 pkt; *Na lekcjach WF oraz w czasie codziennych czynności ale też dodatkowo w niewielkim stopniu lecz regularnie* = 3 pkt; *Stale – nie tylko na lekcjach WF czy w czasie codziennych czynności ale i dodatkowo np. w kołach sportowych (np. pływanie, biegi, uprawa działki itp.)* = 4 pkt, natomiast w części (b): 0 pkt = *Nie uczestniczę w takich zajęciach – aktywność ruchowa jedynie w czasie codziennych czynności*; 1 pkt = *Poza czynnościami codziennymi bardzo rzadko i nieregularnie (np. od czasu do czasu spacer czy uprawianie działki)*; 2 pkt = *Tak, nie tylko codzienne czynności ale i dodatkowo, lecz nieregularnie (np. dłuższy spacer, biegi, jazda rowerem itp. raz na miesiąc)*; 3 pkt = *Poza codzienną aktywnością także dodatkowa, w niewielkim stopniu lecz regularnie (np. raz na tydzień)*; i 4 pkt = *Stale (kilka razy w tygodniu) staram się np. spacerować, pływać, biegać, jeździć rowerem itp.* Zarówno w części (a) jak i (b) możliwe było uzyskanie maksymalnie 4 pkt; łącznie – 8 pkt. Wyższy wynik wskazywał na częste i regularne podejmowanie aktywności ruchowej, związanej zwykle z udziałem w kołach sportowych czy aktywnością w związku z realizacją hobby.

W kwestionariuszu zawarto także pytania dotyczące płci, poziomu wykształcenia, miejsca zamieszkania, aktywności zawodowej, uzależnień (Nie; Tak – nikotyna, alkohol, inne) oraz obciążeń chorobowych (Nie; Tak – nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, otyłość, choroby neurologiczne np. SM, choroba Parkinsona).

Dla oceny funkcji poznawczych i emocjonalnych zastosowano:

- a. testy fluencji słownej (5 kategorii: fluencję semantyczną wymagającą przypominania zwierząt; fonemiczną, wymagającą generowania słów rozpoczynających się głoską K; czasownikową, wymagającą podawania słów na hasło: *co czło-*

wiek robi oraz 2 zadania fluencji emocjonalnej, wymagających podawania słów przychodzących do głowy na hasło: Radość i Strach. Każde zadanie trwało 1 minutę, analizowano liczbę poprawnych odpowiedzi tj. słów zgodnych z zadaną kategorią, bez powtórzeń, neologizmów i odmienianych słów. Fluencja słowna angażuje funkcje wykonawcze, zasoby językowe, uwagę, pamięć operacyjną, bezpośrednią i semantyczną (Szepietowska, Gawda, 2011).

- b. MoCA test (Montreal Cognitive Assessment scale) (Nasreddine i in., 2005). Jest to narzędzie przesiewowe, stosowane w celu wykrywania deficytów poznawczych. Pozwala na ocenę pamięci krótkotrwałej, funkcji wzrokowo-przestrzennych i wykonawczych, języka, fluencji słownej, uwagi, nazywania, abstrahowania oraz orientacji w czasie i miejscu. Wyniki MoCA mieszczą się w przedziale 0-30pkt. Wynik ≥ 26 pkt wskazuje na brak trudności poznawczych (www.mocatest.org).
- c. podtesty WAIS-R PL: Cyfry wprost, Cyfry wspak i Słownik (Brzeziński i in., 2004). Podtest Cyfry wprost pozwala ocenić sprawność uwagi i pamięci bezpośredniej (słuchowej), z kolei podtest Cyfry wspak dodatkowo angażuje pamięć operacyjną, umiejętność hamowania nawykowego procesu zapamiętywania i odtwarzania. Podtest Słownik ocenia pamięć semantyczną, inteligencję słowną i kompetencje językowe. W analizach uwzględniono wyniki surowe.
- d. BDI-II (Inwentarz Depresji Becka) w polskiej adaptacji (Łojek, Stańczak, 2019). Metoda służy do oceny nasilenia nastroju depresyjnego.
- e. DEX-S (Kwestionariusz Oceny Dysfunkcji Wykonawczej, *Dysexecutive Questionnaire/Self*) – podtest Behawioralnego Testu do badania Zespołu Dysfunkcji Wykonawczej (*Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*, BADS). DEX-S służy do samoopisu nasilenia trudności wykonawczych w życiu codziennym. Jest to 20 pytań odnoszących się do różnych zachowań i sytuacji angażujących funkcje wykonawcze. Badany ustosunkowuje się do nich poprzez wybór punktu na skali Likerta – od 0 (nigdy) do 4

(bardzo często). Maksymalny wynik (zakres wyników 0–80 pkt) świadczy o spostrzeganiu u siebie większych trudności w realizacji zadań angażujących funkcje wykonawcze (Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, Evans, 1996).

W 3 badaniu wykorzystano ponadto Test Łączenia Punktów (Trail Making Test – część A i B) (Lezak, Howieson, Bigler, Tranel, 2012). Część A zawiera 25 kółek z cyframi a zadaniem badanego jest połączenie ich zgodnie z kolejnością cyfr; część A angażuje szybkość psychomotoryczną, uwagę oraz przeszukiwanie wzrokowe. Część B zawiera kółka z literami i cyframi – należy je łączyć naprzemiennie (1-A-2-B-3-C, etc.); ten element zadania angażuje w stopniu większym niż część A elastyczność poznawczą. Obie części należy wykonywać jak najszybciej – wskaźnikiem realizacji jest czas, jednak należy zwracać badanemu uwagę na popełniane błędy (co skutkuje wydłużeniem czasu). Metoda nie ma polskiej adaptacji, niemniej jest często wykorzystywana w diagnozowaniu funkcji poznawczych.

W analizie statystycznej wykonanej za pomocą programu IBM SPSS v. 25 i 26 wykorzystano Anova jednoczynnikową dla porównań niezależnych wyników trzech grup wraz z testami post-hoc oraz test niezależności χ^2 Pearsona wraz ze współczynnikiem V Cramera. Aby ocenić, czy nasilenie aktywności fizycznej było determinantem sprawności poznawczej, wykonano szereg analiz regresji liniowej (osobnych w odniesieniu do każdego zadania poznawczego i dla grup 1-3). Za zmienne zależne uznano wyniki w kolejnych testach poznawczych, za zmienne niezależne (predyktory): wiek oraz sumę nasilenia aktywności ruchowej z części a i b ankiety. Wiek jako predyktor nie był skorelowany z raportowaną aktywnością ruchową (grupa 1: $r = -0.13$, $p = 0.08$; grupa 2: $r = -0.011$, $p = 0.46$; grupa 3: $r = 0.17$, $p = 0.09$).

3. Charakterystyka uczestników badań

Grupa 1. Uczestnikami (N = 120) były osoby w wieku 44-84 r.ż. (M = 57.42, SD = 10.48). Przeważały kobiety. 60% uczestników deklarowało obecność

obciążen chorobami metabolicznymi, w tym nadciśnieniem tętniczym i cukrzycą oraz chorobami endokrynologicznymi. Liczba osób ze średnim lub wyższym wykształceniem przeważała nad liczbą badanych z podstawowym poziomem edukacji. Respondenci wywodzili się z miast – dużych i małych ($n = 37$, tj. 30,8% w każdej kategorii) oraz ze wsi ($n = 46$; 38,4%). Ponad połowa z nich była aktywna zawodowo. Osoby obciążone schorzeniami deklarowały nieistotnie niższy poziom aktywności fizycznej w trakcie życia ($M = 3.41$, $SD = 2.07$) w porównaniu do tych wskazujących na dobry stan swojego zdrowia ($M = 4.15$, $SD = 2.38$; $t = 2.017$, $p = 0.09$).

Grupa 2. Badanie kolejne objęło 90 osób w wieku 40-81 lat ($M = 53.04$, $SD = 8.94$). Ponad połowę z nich stanowiły kobiety. Ponad połowa respondentów charakteryzowała się wykształceniem średnim lub wyższym oraz była aktywna zawodowo. Ponad 1/3 respondentów wywodziła się z terenów wiejskich (36,7%, $n = 33$), pozostali zamieszkiwali miasta wojewódzkie ($n = 31$) i małe miasteczka ($n = 26$). Mniej niż połowa uczestników deklarowała obecność obciążeń, głównie nadciśnienia tętniczego. Osoby obciążone ($M = 4.25$, $SD = 2.17$) i nieobciążone ($M = 4.17$, $SD = 2.24$; $t = -0.17$, $p = 0.86$) nie różniły się pod względem deklarowanej aktywności ruchowej.

Grupa 3. W ostatnim badaniu udział wzięło 60 osób w wieku 43-80 r. ż. ($M = 56.85$, $SD = 9.87$). Blisko 80% respondentów stanowiły kobiety. Większość deklarowała wykształcenie co najmniej średnie lub wyższe. Również większość uczestników wywodziła się z małych miast i wsi (odpowiednio 48,3% oraz 28,3%). Mniej niż 50% badanych wskazywała na obciążenia w postaci nadciśnienia tętniczego, cukrzycy i otyłości. Osoby deklarujące obecność chorób przewlekłych ($M = 4.42$, $SD = 2.21$) nie różniły się od tych nieobciążonych ($M = 4.09$, $SD = 1.99$) pod względem raportowanej aktywności fizycznej ($t = 0.72$, $p = 0.47$).

Nie odnotowano związku pomiędzy płcią, typem aktywności zawodowej, częstością deklarowanych uzależnień a przynależnością do grup (tabela 1). Wykazano natomiast zależność pomiędzy poziomem wykształcenia a przynależnością do grup: w każdej z nich dominują osoby mające co najmniej średnie wykształcenie. Wartość współczynnika V Cramera

wskazuje, że zależność ta jest słaba. Wykazano także związek pomiędzy deklarowanym stanem zdrowia a przynależnością do grupy – na poziomie tendencji statystycznej. Wartość współczynnika V Cramera wskazuje na słaby związek między zmiennymi. Dane wskazują, że grupy są zbliżone pod względem charakterystyk indywidualnych i demograficznych.

Uwzględnienie zmiennych ilościowych nie wykazało różnic międzygrupowych w odniesieniu do: raportowanego nasilenia aktywności fizycznej w trakcie życia, liczby słów poprawnie podanych w testach fluencji słownej, w zakresie wyniku BDI-II oraz Cyfr wspak. Grupa 2 była istotnie młodsza od 1 grupy. W zakresie innych zmiennych wykazano istotne różnice: Cyfry wprost najlepiej wykonała grupa 3, która jednak najniżej zrealizowała podtest Słownik z WAIS-R PL, z kolei najniższy wynik w MoCA otrzymała grupa 1 formułując także istotnie niższe nasilenie skarg na sprawność wykonawczą (DEX-S).

Częstości, średnie i odchylenia standardowe oraz porównania wyników zamieszczono w tabeli 1.

4. Wyniki

4.1. Grupa 1

Tabela 2 zawiera wyniki analiz regresji wielozmiennych dla grupy 1.

Wszystkie modele (tab. 2) były dobrze dopasowane do danych. Wiek był głównym predyktorem wyników uzyskiwanych w zadaniach oceniających funkcje poznawcze: starszy wiek sprzyjał niższym wynikom. Ponadto wraz z wiekiem nasileniu ulegał nastrój depresyjny (BDI-II) i rosło przekonanie o istnieniu trudności wykonawczych w życiu codziennym (DEX-S). Wiek oraz deklarowana aktywność fizyczna łącznie determinowały wykonanie trzech zadań płynności werbalnej, chociaż ten ostatni czynnik w słabszym stopniu niż wiek determinował wyniki w tych testach. W tym przypadku wyższe nasilenie aktywności fizycznej było dodatkowo powiązane z poprawnym wykonaniem tych testów, z kolei wiek, jak i w poprzednim przypadku, sprzyjał podawaniu mniejszej liczby słów w testach fluencji.

Tabela 1. Charakterystyka trzech grup

Zmienne	Grupa 1 N = 120 n (%)	Grupa 2 N = 90 n (%)	grupa 3 N = 60 n (%)	χ^2 (p) Cramer's V
pleć				
- kobiety	75 (62,5%)	61 (67,8%)	46 (76,7%)	3,66 p = 0,16
- mężczyźni	45 (37,5%)	29 (32,2%)	14 (23,3%)	
obciążenia				
- tak	72 (60%)	42 (46,7%)	26 (43,3%)	5,90 (p = 0,052) V Cramera = 0,15
- nie	48 (40%)	48 (53,3%)	34 (56,7%)	
wykształcenie				
- podstawowe	14 (11,7%)	26 (28,9%)	8 (13,3%)	11,48* (p = 0,03) V Cramera = 0,21
- średnie i wyższe	106 (88,3%)	64 (71,1%)	52 (86,7%)	
aktywność zawodowa				
- pracuje	78 (65%)	59 (65,5%)	40 (66,7%)	0,049 (p = 0,98)
- renta / emerytura / bezrobocie	42 (35%)	31 (34,5%)	20 (33,7%)	
uzależnienia				
- tak	32 (26,7%)	30 (33,3%)	14 (23,3%)	2,014 (p = 0,37)
- nie	88 (73,3%)	60 (66,7%)	46 (76,7%)	

Zmienne	M (SD)	M (SD)	M (SD)	F (p) i porównania post-hoc
nasilenie aktywności fizycznej	3,71 (2,16)	4,21 (2,20)	4,20 (2,08)	1,764 (p = 0,17)
wiek	57,40 (10,48)	53,04 (8,94)	56,84 (9,87)	5,445** (p = 0,005) 1-2 p = 0,005** 1-3 p = 0,93 2-3 p = 0,07
fluencja semantyczna	20,22 (7,25)	22,11 (6,54)	22,57 (6,63)	3,09 (p = 0,06)
fluencja czasownikowa	18,25 (6,59)	18,79 (5,59)	19,38 (5,53)	0,721 (p = 0,49)
fluencja radość	10,87 (4,59)	11,40 (6,53)	10,22 (4,85)	0,874 (p = 0,42)
fluencja strach	9,73 (4,77)	9,71 (4,87)	8,20 (4,22)	2,457 (p = 0,09)
fluencja fonemowa	17,73 (6,40)	17,77 (4,87)	17,42 (5,12)	0,079 (p = 0,92)
cyfry wprost	6,09 (1,91)	6,00 (1,81)	6,90 (2,19)	4,503* (p = 0,02) 1-2 p = 0,94 1-3 p = 0,02* 2-3 p = 0,016*
cyfry wspak	5,41 (2,03)	5,68 (1,79)	6,02 (1,87)	5,68 (p = 0,13)
słownik	41,99 (15,28)	46,21 (14,09)	39,42 (16,22)	3,964* (p = 0,02) 1-2 p = 0,11 1-3 p = 0,53 2-3 p = 0,02*
Moca suma	26,05 (3,54)	27,32 (2,35)	27,17 (2,55)	5,552** (p = 0,004) 1-2 p = 0,006** 1-3 p = 0,04* 2-3 p = 0,96
BDI II	11,04 (8,07)	10,53 (7,39)	10,75 (9,04)	0,104 (p = 0,90)
DEX-S	19,46 (10,65)	23,77 (11,98)	24,00 (11,65)	5,038** (0,007) 1-2 p = 0,02* 1-3 p = 0,03* 2-3 p = 0,99
TMT A (czas/sek)	-	-	64,37 (53,95)	-
TMT B (czas/sek)	-	-	92,58 (57,46)	-

*p≤0,05; **p≤0,01.

Tabela 2. Determinanty wyników w zadaniach/testach: analiza regresji wielozmiennej (metoda wprowadzania) (N = 120)

zmienna	F (p)	R 2 skorygowane	wiek (β)	aktywność fizyczna (β)
fluencja semantyczna	17,29*** (0,001)	0,21	- 0,43*** (0,001)	0,15* (0,05)
fluencja czasownikowa	14,89*** (0,001)	0,19	- 0,41*** (0,001)	0,14* (0,05)
fluencja radość	16,64*** (0,001)	0,21	- 0,39*** (0,001)	0,22** (0,008)
fluencja strach	7,67*** (0,001)	0,10	- 0,34*** (0,001)	0,004 (0,96)
fluencja fonemowa	14,05*** (0,001)	0,18	- 0,44*** (0,001)	-0,07 (0,47)
cyfry wprost	9,81*** (0,001)	0,13	- 0,34*** (0,001)	0,14 (0,12)
cyfry wspak	11,89*** (0,001)	0,15	- 0,41*** (0,001)	-0,07 (0,41)
słownik	17,67*** (0,001)	0,22	- 0,48*** (0,001)	0,02 (0,77)
Moca suma	39,26*** (0,001)	0,39	- 0,64*** (0,001)	-0,03 (0,65)
BDI II	22,89*** (0,001)	0,27	0,53*** (0,001)	-0,009 (0,90)
DEX-S	6,40** (0,002)	0,08	0,32*** (0,001)	0,05 (0,54)

*p \leq 0,05; **p \leq 0,01; ***p \leq 0,001.

Tabela 3. Determinanty wyników w zadaniach/testach: analiza regresji wielozmiennej (metoda wprowadzania) (N = 90)

zmienna	F (p)	R 2 skorygowane	wiek (β)	aktywność fizyczna (β)
BDI II	1,21 (0,30)			
DEX-S	0,44 (0,65)			
fluencja semantyczna	0,47 (0,63)			
czasowniki	1,07 (0,35)			
radość	2,74* (0,05)	0,04	-0,08 (0,42)	0,23* (0,03)
strach	0,68 (0,51)			
fluencja fonemowa	3,24* (0,04)	0,05	0,11 (0,29)	0,24* (0,02)
cyfry wprost	0,82 (0,44)			
cyfry wspak	1,78 (0,17)			
słownik	2,52* (0,05)	0,03	0,11 (0,27)	0,21* (0,05)
MoCA suma	4,59* (0,02)	0,07	0,01 (0,92)	0,31** (0,003)

*p \leq 0,05; **p \leq 0,01.

Tabela 4. Determinanty wyników w zadaniach/testach: analiza regresji wielozmiennej (metoda wprowadzania) (N = 60)

zmienna	F (p)	R 2 skorygowane	wiek (β)	aktywność fizyczna (β)
BDI II	3,57* (0,035)	0,08	0,04 (0,76)	-0,34*** (0,01)
DEX-S	1,83 (0,17)			
fluencja semantyczna	6,65** (0,003)	0,16	-0,44*** (0,001)	0,07 (0,58)
czasowniki	3,19* (0,049)	0,07	-0,32* (0,014)	0,07 (0,61)
radość	3,03* (0,044)	0,07	-0,25* (0,05)	-0,17 (0,19)
strach	2,45 (0,09)			
fluencja fonemowa	1,33 (0,27)			
cyfry wprost	5,98** (0,004)	0,15	-0,29* (0,02)	0,35** (0,005)
cyfry wspak	12,74*** (0,001)	0,28	-0,42*** (0,001)	0,45*** (0,001)
słownik	6,74** (0,002)	0,16	-0,44*** (0,001)	0,04 (0,72)
MoCA suma	8,42*** (0,001)	0,20	-0,43*** (0,001)	0,29* (0,014)
TMT A (czas)	5,45** (0,007)	0,13	0,39** (0,002)	0,02 (0,89)
TMT B (czas)	12,66*** (0,001)	0,28	0,54*** (0,001)	-0,26* (0,024)

*p \leq 0,05; **p \leq 0,01; ***p \leq 0,001.

4.2. Grupa 2

W tych analizach (tabela 3) kilka modeli okazało się być dobrze dopasowanych do danych, i aktywność ruchowa okazała się być jedynym determinantem poziomu wykonania niektórych zadań. Wyższe nasilenie tej aktywności sprzyjało lepszej realizacji dwóch zadań fluencji werbalnej, wyższej sprawności językowej (Słownik) oraz wyższemu ogólnemu poziomowi sprawności poznawczej (MoCA). Zmienne „aktywność fizyczna” wyjaśnia od 21% do 31% zależności pomiędzy zmiennymi.

4.3. Grupa 3.

W ostatnim badaniu (tabela 4) większość modeli była dobrze dopasowana do danych. Wiek w istotnym stopniu determinował uzyskane wyniki: wyższy sprzyjał uzyskiwaniu niższych wyników w zadaniach poznawczych oraz dłuższemu czasowi realizacji TMT B. Z kolei nasilenie aktywności fizycznej podejmowanej w trakcie życia sprzyjało: mniejszemu nasileniu depresji, większej liczbie cyfr odtworzonych wprost i wspak, lepszej ogólnej sprawności poznawczej (MoCA) oraz korzystnie oddziaływało na czas wykonania TMT B.

5. Dyskusja

Podsumowując wyniki 3 niezależnych badań dotyczących łącznie 270 dorosłych Polaków, autorzy zaobserwowali ogólną prawidłowość: wraz z wiekiem maleje sprawność w wykonywaniu zadań poznawczych, zarówno tych, które dotyczą ogólnej sprawności poznawczej (MoCA), jak i tych, które angażują procesy pamięciowe, uwagowe i wykonawcze, natomiast większe nasilenie aktywności ruchowej raportowanej przez badanych sprzyja lepszej realizacji zadań poznawczych. Dotyczy to zadań angażujących funkcje wykonawcze (TMT B; fluencja słowna), uwagę i pamięć bezpośrednią (Cyfry Wprost), pamięć operacyjną (Cyfry Wspak) czy ogólną sprawność poznawczą (MoCA). Niniejsze wyniki są spójne z dotychczasowymi badaniami wskazującymi na powiązany z wiekiem spadek sprawności niektórych

funkcji poznawczych (Oschwald i in., 2020) i dodatni wpływ aktywności fizycznej na funkcje wykonawcze, uwagę i ogólny poziom funkcjonowania poznawczego (Colcombe, Kramer 2003; Krivanek i in., 2021; Middleton i in., 2010; Pniewska i in., 2012), dowodząc istotności wprowadzania regularnej aktywności fizycznej już od najmłodszych lat, jako interwencji sprzyjającej zachowaniu wyższego poziomu funkcjonowania poznawczego w dojrzałym wieku.

Pozytywny wpływ aktywności fizycznej podejmowanej od wcześniejszych okresów życia na proces poznawczego starzenia się polega na budowaniu rezerwy mózgowej i poznawczej. Rezerwa mózgowa obejmuje m.in. cechy strukturalne OUN, takie jak liczba synaps czy neuronów, oraz funkcjonalne tj. sieć połączeń, które pozwalają utrzymać sprawność poznawczą mimo pojawienia się wraz z wiekiem typowych zmian patologicznych lub schorzeń OUN (Stern i in., 2020). Badania podłużne uwzględniające liczne czynniki ryzyka rozwoju chorób sercowo-naczyniowych i neurodegeneracyjnych (m. in. nadciśnienie tętnicze, poziom lipidów, cukrzyca, otyłość, udar mózgu w przeszłości, depresja, nikotynizm, status APOE i niski poziom wykształcenia) wykazały, że aktywność fizyczna w znacznym stopniu redukuje ryzyko rozwoju demencji (Cheng, 2016). Ochronny dla funkcjonowania poznawczego mechanizm tej aktywności bazuje na różnych procesach strukturalnych i funkcjonalnych OUN. Obejmuje on poprawę funkcji układu oddechowego, perfuzji mózgowej, stymulację czynnika neurotroficznego pochodzenia mózgowego (BDNF), procesów regulacji stresu oksydacyjnego i reakcji zapalnych, wzmacniania funkcji sieci neuronowych (Boraxbekk, Salami, Wåhlin, Nyberg, 2016), spowalniania odkładania się białka tau (Krivanek i in., 2021). Wywołuje korzystne dla procesów uczenia się i pamięci zmiany strukturalne w obszarze hipokampa (wzrost proliferacji i przeżywalności komórek oraz synaps w zakręcie zębatym) (Krivanek i in., 2021), korzystne dla funkcji wykonawczych zmiany wolumetryczne kory przedczołowej (Erickson, Gildengers, Butters, 2013) i ciemieniowej (Castells-Sánchez i in., 2021). Wszystkie te zjawiska oddziałują ochronnie na funkcje poznawcze, stąd aktywność fizyczna jest istotnym elementem rezerwy poznawczej obok aktywności

intelektualnej czy społecznej. Aktywność fizyczna wykazuje także pozytywny wpływ na kompetencje poznawcze pośrednio – poprzez wchodzenie w interakcje społeczne towarzyszące aktywności fizycznej oraz minimalizowanie negatywnej emocjonalności (Castells-Sánchez i in., 2021; Krivanek i in., 2021). Ponadto, aktywność fizyczna stymulując sprawność poznawczą w późnej dorosłości pełni funkcję profilaktyczną, zapobiegając np. częstym u seniorów urazom głowy i podnosząc niezależność w życiu codziennym (Zhu, Li, Wang, Jin, Zhang, 2020).

Zaobserwowany w naszych badaniach pozytywny wpływ aktywności ruchowej na funkcjonowanie poznawcze okazał się znacząco mniejszy niż wieku. Obie zmienne łącznie wyjaśniają niewielki procent wariacji wyników, a zmienna „aktywność fizyczna” w mniejszym stopniu niż wiek. Korelacyjny charakter badań oraz niewielki procent wariacji wyjaśniany za pomocą ujętych czynników sugeruje możliwość, że zarówno aktywność ruchowa, jak i status poznawczy osób starszych mogą być w znacznym stopniu zależne od lub związane z innymi, nieujętych w niniejszych badaniach czynnikami wspierającymi proces starzenia.

Na uwagę zasługuje również fakt, iż wyniki uzyskane w trzech raportowanych badaniach nie są jednolite tj. nie zawsze wiek, aktywność fizyczna i interakcje tych zmiennych wyjaśniają wykonanie tych samych zadań. Jedynie w badaniu 2 systematycznie ujawnił się pozytywny związek nasilenia aktywności fizycznej i wyników w zadaniach poznawczych z wyłączeniem zmiennej wiek. Osoby należące do tej grupy cechowały się najniższą średnią wieku i uzyskały najlepsze wyniki w Słowniku i w MoCa w porównaniu do pozostałych grup. Brak związku wykonania zadań z wiekiem w tej najmłodszej grupie może wynikać z faktu, że znalazły się w niej osoby mające 40-45 lat. Proces starzenia się poznawczego nie jest linearny; do około 50 r.ż. związek wieku i sprawności poznawczych nie jest tak silny jak w późniejszym wieku, a deficyty są widoczne poczynając od 60 r.ż. (Oschwald i in., 2020). Równocześnie brak różnic między grupami w kontekście deklarowanej ilości podejmowanej aktywności fizycznej może sugerować zróżnicowany wpływ na funkcjonowanie poznawcze tej samej dawki aktywności w zależności od grupy wiekowej. Osoby młodsze mogą czerpać większe korzyści

z interwencji fizycznych, jako że w ich przypadku związany z wiekiem spadek poznawczy przybiera o wiele niższe nasilenie, wobec czego nie zakłóca on w istotny sposób pozytywnego wpływu ruchu na organizm. Z drugiej jednak strony także u osób starszych obserwuje się korzyści płynące z aktywności fizycznej (Hillman i in, 2006). Inne badania wskazują na zróżnicowanie wpływu ruchu w zależności od domeny poznawczej u osób w różnym wieku. Przykładowo w badaniu Spartano i współautorów (2019) u osób w średnim wieku aktywność fizyczna w większym stopniu korzystnie wpływała na pamięć werbalną, a u osób starszych na funkcje wykonawcze. Rezultaty niniejszych badaczy pokrywają się z badaniami własnymi, w których aktywność fizyczna w grupie 2, o najniższej średniej wieku, wiązała się z lepszą realizacją zadania angażującego kompetencje językowe i pamięć semantyczną (Słownik), z kolei w grupach o wyższej średniej wieku – z zadaniami w znacznym stopniu angażującymi funkcje wykonawcze (tj. w grupie 1: zadania fluencji, w grupie 3: Cyfry wspak i TMT B).

Innym wytłumaczeniem uzyskanych rezultatów jest możliwość zniekształcania danych retrospektywnych przez osoby starsze, np. zawyżanie deklarowanego poziomu podejmowanej aktywności. Skala samoopisowa, mimo powszechności stosowania, jest metodą obciążoną ryzykiem zniekształceń. Na precyzyjność raportów na temat osobistego zaangażowania w aktywność w poprzednich okresach życia może wpływać nie tylko wiek respondenta (Andrews, Herzog, 1986; Bielak, 2010), ale też status jego funkcjonowania poznawczego (Knäuper, Belli, Hill, Herzog, 1997). W badaniach własnych w grupie 1, którą charakteryzował najwyższy średni wiek oraz najniższy ogólny poziom funkcjonowania poznawczego, wykazano najmniejszy związek z funkcjonowaniem poznawczym mimo zbliżonej do innych grup deklarowanej dawki aktywności fizycznej. Nie można wykluczyć, że w przypadku tej grupy badanych obserwowane niewielkie powiązania między aktywnością fizyczną a sprawnością poznawczą są efektem samoopisowego sposobu uzyskiwania danych będących wskaźnikiem aktywności fizycznej. W celu pogłębionej analizy i rozwiązania nasuwających się możliwych wyjaśnień zaobser-

wowanych efektów, warto przeprowadzić badania wpływu aktywności fizycznej na funkcjonowanie poznawcze dla różnych grup wiekowych w modelu RTC (*randomized controlled trial*), przy dodatkowym wykorzystaniu obiektywnych wskaźników (tj. pedometr czy akcelerometr).

Na zakończenie warto zwrócić uwagę na dwie zmienne tj. płeć i wykształcenie uczestników badań, które mogą być istotne dla uzyskanych wyników. Wśród badanych dominowały kobiety i osoby mające co najmniej wykształcenie średnie. Rezultaty różnych doniesień wskazują, że dziewczęta/kobiety rzadziej podejmują aktywność fizyczną w warunkach nieustrukturalizowanych (np. w czasie wolnym) na rzecz aktywności podczas codziennych zajęć (Ransdell, Vener, Sell, 2004). W szczególności może to dotyczyć uczestniczących w naszych badaniach kobiet urodzonych przed i w okresie przemian ustrojowych w Polsce. Niezależnie od płci, najwyższy poziom aktywności fizycznej dotyczy dzieci, młodzieży i obniża się w okresie wczesnej dorosłości (Schulze i in., 2020). Niski poziom aktywności fizycznej dotyczy szczególnie osób w wieku 55+ i starszych (Notthoff, Reisch, Gerstorf, 2017). Z kolei wyższy poziom edukacji wiąże się z większą wiedzą o prozdrowotnych skutkach aktywności fizycznej, ale też może wpływać na podejmowanie pracy co prawda

wzbogacającej kompetencje poznawcze ale też wymagającej siedzącego trybu życia (Shaw, Spokane, 2008). Podczas gdy niższy poziom wykształcenia sprzyja podejmowaniu pracy fizycznej, pogorszeniu stanu zdrowia i ograniczeniu w podejmowaniu dodatkowej aktywności. Zatem w kolejnych badaniach nad kondycją poznawczą w późnym etapie życia warto uwzględnić płeć i wykształcenie w powiązaniu z aktywnością fizyczną.

Konkluzje

1. Nasilenie raportowanej aktywności fizycznej podejmowanej w trakcie życia pozytywnie kształtuje sprawność poznawczą w późnym etapie życia.
2. Wiek sprzyja osłabieniu kondycji poznawczej, natomiast aktywność fizyczna może pełnić funkcję kompensacyjną i wspomagać kompetencje poznawcze, szczególnie te związane z funkcjami wykonawczymi.
3. Aktywność fizyczna ale nie wiek była głównym determinantem sprawności poznawczej dla osób najmłodszych spośród badanych tj. pomiędzy 45 a 60 r.ż. Może to sugerować, iż korzystny związek tego typu aktywności i sprawności kognitywnych może się kształtować zależnie od wieku badanych.

Bibliografia

- Andrews, F.M., & Herzog, A.R. (1986). The quality of survey data as related to age of respondent. *Journal of the American Statistical Association*, 81(394), 403-410. <https://doi.org/10.2307/2289229>
- Aunger, J., & Wagnild, J. (2020). Objective and subjective measurement of sedentary behavior in human adults: A toolkit. *American Journal of Human Biology*, e23546. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23546>
- Barnes, D.E., Yaffe, K., Satariano, W.A., & Tager, I.B. (2003). A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(4), 459-465. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51153.x>
- Barnes, J.N. (2015). Exercise, cognitive function, and aging. *Advances in Physiology Education*, 39(2), 55-62. <https://doi.org/10.1152/advan.00101.2014>
- Bergier, B., Gawlik, K., Baj-Korpak, I., Stępień, E., Pocztarska-Głós, A., Sidor, M., & Szepeluk, A. (2020). Subjective and objective assessments of physical activity in employed women aged 50 to 64 years. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 31(3), 5-16. <https://doi.org/10.18276/cej.2020.3-01>
- Bidzan-Bluma, I., & Lipowska, M. (2018). Physical activity and cognitive functioning of children: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 800. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040800>
- Bielak, A.A.M. (2010). How can we not 'lose it' if we still don't understand how to 'use it'? Unanswered questions about the influence of activity participation on cognitive performance in older age—a mini-review. *Gerontology*, 56(5), 507-519. <https://doi.org/10.1159/000264918>
- Blondell, S.J., Hammersley-Mather, R. & Veerman, J.L. (2014). Does physical activity prevent cognitive decline and dementia?: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *BMC Public Health*, 14, 510. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-510>

- Booth, M.L. (2000). Assessment of physical activity: an international perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2), 114-120. <https://doi.org/10.1080/02701367.2000.11082794>
- Boraxbekk, C., Salami, A., Wåhlin, A., & Nyberg, L. (2016). Physical activity over a decade modifies age-related decline in perfusion, gray matter volume, and functional connectivity of the posterior default-mode network—a multimodal approach. *Neuroimage*, 131, 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.12.010>
- Brzeziński, J., Gaul, M., Hornowska, E., Jaworowska, A., Machowski, A., & Zakrzewska, M. (2004). *Skala Inteligencji D. Wechslera dla Dorosłych. Wersja Zrewidowana—Renormalizacja. WAIS-R (PL). Podręcznik*. [D. Wechsler's Intelligence Scale for Adults. Revised Version—Renormalization. WAIS-R (PL)]. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego.
- Bull, F., Maslin, T., Armstrong, T. (2009). Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *Journal of Physical Activity and Health*, 6, 790-804. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.6.790>
- Busse, A., Gil, G., Santarém, J., & Filho, W. (2009). Physical activity and cognition in the elderly. A review. *Dementia & Neuropsychologia*, 3(3), 204-208. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN30300005>
- Castells-Sánchez, A., Roig-Coll, F., Dacosta-Aguayo, R., Lamonja-Vicente, N., Sawicka, A., Torán-Monserrat, P., Pera, G., Montero-Alía, P., Heras-Tebar, A., Domènech, S., Via, M., Erickson, K., & Mataró, M. (2021). Exercise and fitness neuroprotective effects: molecular, brain volume and psychological correlates and their mediating role in healthy late-middle-aged women and men. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, 80. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.615247>
- Cheng, S.T. (2016). Cognitive reserve and the prevention of dementia: the role of physical and cognitive activities. *Currents in Psychiatry Report*, 18, 85. <https://doi.org/10.1007/s11920-016-0721-2>
- Colcombe, S., & Kramer, A.F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Sciences*, 14(2), 125-130. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t011-01430>
- Dik, M., Deeg, D.J., Visser, M., & Jonker, C. (2003). Early life physical activity and cognition at old age. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25(5), 643-653. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.5.643.14583>
- Erickson, K., Gildengers, A., & Butters, M. (2013). Physical activity and brain plasticity in late adulthood. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 15, 99-108. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2013.15.1/kerickson>
- Finger, J.D., Gisle, L., Mimilidis, H., Santos-Hoeverer, C., Kruusmaa, E.K., Matsi, A., Oja, L., Balarajan, M., Gray, M., Kratz, A.L., & Lange, C. (2015). How well do physical activity questions perform? A European cognitive testing study. *Archives of Public Health*, 73, 57. <https://doi.org/10.1186/s13690-015-0109-5>
- de Greeff, J.W., Bosker, R.J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501-507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- Green, Ch., Lee, H., & Thuret, S. (2019). In the Long Run: physical activity in early life and cognitive aging. *Frontiers in Neuroscience*, <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00884>
- Guure, C.B., Ibrahim, N.A., Adam, M.B., & Said, S.M. (2017). Impact of physical activity on cognitive decline, dementia, and its subtypes: meta-analysis of prospective studies. *BioMed Research International*, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2017/9016924>
- Hamer, M., & Chida, Y. (2009). Physical activity and risk of neurodegenerative disease: A systematic review of prospective evidence. *Psychological Medicine*, 39, 3-11. <https://doi.org/10.1017/S0033291708003681>
- Hillman, C.H., Motl, R.W., Pontifex, M.B., Posthuma, D., Stubbe, J.H., Boomsma, D.I., & de Geus, E.J.C. (2006). Physical activity and cognitive function in a cross-section of younger and older community-dwelling individuals. *Health Psychology*, 25(6), 678-687. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.25.6.678>
- Hoang, T.D., Reis, J., Zhu, N., Jacobs, D.R. Jr, Launer, L.J., Whitmer, R.A., Sidney, S., & Yaffe, K. (2016). Effect of early adult patterns of physical activity and television viewing on midlife cognitive function. *JAMA Psychiatry*, 73(1), 73-79. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.2468>
- Ingold, M., Tulliani, N., Chan, Ch., & Liu, K. (2020). Cognitive function of older adults engaging in physical activity. *BMC Geriatrics*, 20, 229. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01620-w>
- Innerd, P., Catt, M., Collerton, J., Davies, K., Trenell, M., Kirkwood, T., & Jagger, C. (2015). A comparison of subjective and objective measure of physical activity from the Newcastle 85+ study. *Age and Ageing*, 44, 691-694. <https://doi.org/10.1093/ageing/afv062>
- Klimova, B., & Dostalova, R. (2020). The impact of physical activities on cognitive performance among healthy older individuals. *Brain Sciences*, 10, 377. <https://doi.org/10.3390/brainsci10060377>
- Knäuper, B., Belli, R.F., Hill, D.H., & Herzog, A.R. (1997). Question difficulty and respondents' cognitive ability: the impact on data quality. *Journal of Official Statistics*, 13(2), 181-199.
- Krivanek, T., Gale, S., McFeeley, B., Nicastrì, C., & Daffner, K. (2021). Promoting successful cognitive aging: a ten-year update. *Journal of Alzheimer's Disease*, 81, 871-920. <https://doi.org/10.3233/JAD-201462>
- Lezak, M., Howieson, D., Bigler, E., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological Assessment*. 5ed. Oxford: Oxford University Press.
- Łojek, E., & Stańczak, J. (2019). *BDI-II – Inwentarz Depresji Becka – wydanie drugie* [BDI-II–Beck Depression Inventory]. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego.
- Middleton, L.E., Barnes, D.E., Lui, L.Y., & Yaffe, K. (2010). Physical activity over the life course and its association with cognitive performance and impairment in old age. *Journal of American Geriatrics Society*, 58(7), 1322-1326. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.02903.x>
- Nasreddine, Z.S., Phillips, N.A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J.L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Notthoff, N., Reisch, P., & Gerstorf, D. (2017). Individual Characteristics and Physical Activity in Older Adults: A Systematic Review. *Gerontology*, 63, 443-459. <https://doi.org/10.1159/000475558>
- Oschwald, J., Guye, S., Liem, F., Rast, Ph., Willis, S., Röcke, Ch., Jäncke, L., Martin, M., & Mérillat, S. (2020). Brain structure and cognitive ability in healthy aging: a review on longitudinal correlated change. *Reviews in the Neurosciences*, 31(1), 1-57. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2018-0096>
- Panza, G.A., Taylor, B.A., Thompson, P.D., White, C.M., & Pescatello, L.S. (2019). Physical activity intensity and subjective well-being in healthy adults. *Journal of Health Psychology*, 24(9), 1257-1267. <https://doi.org/10.1177/1359105317691589>
- Pniewska, J., Jaracz, K., Górna, K., Czajkowska, A., Liczbińska, G., Łojko, D., Pałys, W., & Suwalska, A. (2012). Styl życia a funkcjonowanie poznawcze osób starszych. Doniesienia wstępne [Lifestyle and cognitive functioning of the elderly. Preliminary reports]. *Nowiny Lekarskie*, 81(1), 10-15.

- Ransdell, L.B., Vener, J.M., & Sell, K. (2004). International perspectives: the influence of gender on lifetime physical activity participation. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 124(1), 12-14. <https://doi.org/10.1177/146642400312400105>
- Reas, E.T., Laughlin, G.A., Bergstrom, J., Kritiz-Silverstein, D., Richard, E.L., Barrett-Connor, E., & McEvoy, L.K. (2019). Lifetime physical activity and late-life cognitive function: the Rancho Bernardo study. *Age and ageing*, 48(2), 241-246. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy188>
- Richards, M., Hardy, R., & Wadsworth, M.E. (2003). Does active leisure protect cognition? Evidence from a national birth cohort. *Social Science & Medicine*, 56(4), 785-792. [https://doi.org/10.1016/s0277-9536\(02\)00075-8](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(02)00075-8)
- Rovio, S., Kåreholt, I., Helkala, E.L., Viitanen, M., Winblad, B., Tuomilehto, J., Soininen, H., Nissinen, A., & Kivipelto, M. (2005). Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *Lancet Neurology*, 4(11), 705-711. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(05\)70198-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(05)70198-8)
- Schulze, C., Demetriou, Y., Emmerling, S., Schlund, A., Phillips, S., Puil, L., Coen, S., & Reimers, A. (2020). A sex/gender perspective on interventions to promote children's and adolescents' overall physical activity: results from genEffects systematic review. *BMC Pediatrics*, 20, 473. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02370-9>
- Shaw, B.A., & Spokane, L.S. (2008). Examining the association between education level and physical activity changes during early old age. *Journal of Aging and Health*, 20(7), 767-787. <https://doi.org/10.1177/0898264308321081>
- Singh, A.S., Saliassi, E., van den Berg, V., Uijtdewilligen, L., de Groot, R.H., Jolles, J., Andersen, L.B., Bailey, R., Chang, Y.K., Diamond, A., Ericsson, I., Etnier, J.L., Fedewa, A.L., Hillman, C.H., McMorris, T., Pesce, C., Pühse, U., Tomporowski, P.D., & Chinapaw, M.J. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *British Journal of Sports and Medicine*, 53(10), 640-647. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098136>
- Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini, G.F., Casini, A., & Macchi, C. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: A meta-analysis of prospective studies. *Journal of Internal Medicine*, 269(1), 107-117. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x>
- Spartano, N.L., Demissie, S., Himali, J.J., Dukes, K.A., Murabito, J.M., Vasan, R.S., Beiser, A.S., & Seshadri, S. (2019). Accelerometer-determined physical activity and cognitive function in middle-aged and older adults from two generations of the Framingham Heart Study. *Alzheimer's & Dementia*, 5, 618-626. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2019.08.007>
- Stern, Y., Arenaza-Urquijo, E.M., Bartres-Faz, D., Belleville, S., Cantillon, M., Chetelat, G., Ewers, M., Franzmeier, N., Kempermann, G., Kremen, W.S., Okonkwo, O., Scarmeas, N., Soldan, A., Udeh-Momoh, C., Valenzuela, M., Vemuri, P., & Vuoksima, E. (2020). Whitepaper: Defining and investigating cognitive reserve, brain reserve, and brain maintenance. *Alzheimer's and Dementia*, 16, 1305-1311. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.07.219>
- Szepietowska, E.M., & Gawda, B. (2011). *Ścieżkami fluencji słownej* [Paths of verbal fluency]. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- Wasilewska, M. (2017). In search of the assessment of the physical activity level of the youth with the use of the IPAQ. *Health Problems of Civilisation*, 11, 15-22. <https://doi.org/10.5114/hpc.2017.65524>
- Wilson, B.A., Alderman, N., Burgess, P.W., Emslie, H., & Evans, J.J. (1996). *Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome (BADS)*. London: Thames Valley Test Company.
- Yaffe, K., Barnes, D., Nevitt, M., Lui, L.Y., & Covinsky, K. (2001). A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Archives of Internal Medicine*, 161(14), 1703-1708. <https://doi.org/10.1001/archinte.161.14.1703>
- Zhu, N., Jacobs, D.R., Jr, Schreiner, P.J., Yaffe, K., Bryan, N., Lauener, L.J., Whitmer, R.A., Sidney, S., Demerath, E., Thomas, W., Bouchard, C., He, K., Reis, J., & Sternfeld, B. (2014). Cardiorespiratory fitness and cognitive function in middle age: the CARDIA study. *Neurology*, 82(15), 1339-1346. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000310>
- Zhu, L., Li, L., Wang, L., Jin, X., & Zhang, H. (2020). Physical activity for executive function and activities of daily living in ad patients: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 11, 560461. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.560461>