

10

METODOLOGIA CHODU Z DODATKOWYM ZADANIEM Z UWZGLĘDNIENIEM RÓŻNIC JĘZYKOWYCH ORAZ KULTUROWYCH UWARUNKOWAŃ POZIOMU WIEDZY OSÓB BADANYCH

Agnieszka Kreska-Korus

Teresa Gniewek

Joanna Golec

Agata Milert

10.1 WPROWADZENIE

Chód jest podstawową aktywnością lokomocyjną człowieka. Podczas chodzenia powszechne jest wykonywanie dodatkowych czynności, takich jak: rozmawianie, obsługa smartfonu, podziwianie wystaw sklepowych czy planowanie trasy. W tym czasie układ nerwowy człowieka kontroluje nie tylko chód, ale i pozostałe aktywności, co wiąże się z absorbowaniem większych jego zasobów w porównaniu z sytuacją, gdy realizowana jest samodzielna czynność chodu. Z tego powodu w warunkach dodatkowego zadania można identyfikować zaburzenia, które nie są widoczne w tradycyjnym badaniu chodu.

Metodologia chodu z dodatkowym zadaniem pozwala w warunkach klinicznych ocenić proces lokomocji, który jest realizowany w życiu codziennym. Dzięki temu możemy obserwować zmiany we wzorcu chodu wynikające ze starzenia się, schorzeń lub urazów, co pozwala na ocenę skuteczności interwencji mających na celu poprawę lokomocji. Ewaluacja chodu z dodatkowym zadaniem jest coraz częściej wykorzystywana w fizjoterapii i może być cenna w ocenie ryzyka upadku, możliwości powrotu do sportu po kontuzji czy skuteczności reedukacji chodu.

W tym rozdziale przedstawione zostaną najlepsze praktyki w zakresie prawidłowego wykonywania testów chodu z dodatkowym zadaniem. Wskazówki te zostały zgromadzone na podstawie przeglądu i analizy literatury oraz doświadczeń własnych autorów rozdziału.

10.2. METODOLOGIA BADANIA CHODU Z DODATKOWYM ZADANIEM

10.2.1. PARADYGMAT PODWÓJNEGO ZADANIA

W celu identyfikacji różnic w warunkach chodu z dodatkowym zadaniem wykorzystuje się paradygmat podwójnego zadania. Jego założeniem jest wykonanie osobno każdego zadania, a następnie jednoczesna realizacja obu zadań. Zarówno w trakcie wykonywania pojedynczych, jak i podwójnych zadań powinny być zapewnione takie same warunki ich realizacji (McIsaac, Lamberg, Muratori, 2015; Pineda i in., 2023).



Wideo 10.1. Wprowadzenie do paradygmatu podwójnego zadania

10.2.2. PRZYGOTOWANIE DO BADANIA

Przed przystąpieniem do badania należy poinformować osobę badaną o celu badania, jego przebiegu oraz zapewnić o tym, że badanie jest nieinwazyjne i bezbolesne. Jeśli markery (znaczniki) będą nakładane bezpośrednio na ciało (skórę) podczas badania, ważne jest również, aby podczas planowania wizyty poinformować osobę badaną, że powinna unikać stosowania kosmetyków nawilżających lub tłustych (takich jak kremy lub balsamy), aby zapobiec odpadaniu markerów.

Przygotowanie do analizy chodu w paradygmacie dwuzadaniowym

Przed przeprowadzeniem analizy chodu w paradygmacie dwuzadaniowości należy wykonać kilka kroków:

- Wywiad – należy zebrać informacje o wieku danej osoby, istniejących schorzeniach, przebytych urazach, zawodzie, hobby i przyczynie poddania się badaniu.
- Pomiary antropometryczne – należy zebrać pomiary niezbędne dla konkretnego systemu analizy chodu, takie jak wysokość ciała i długość kończyn dolnych.
- Dodatkowe pomiary – należy uwzględnić wszelkie dodatkowe pomiary, np. ustalenie dominującej kończyny dolnej (jeśli jest to konieczne do badania).
- Mocowanie znaczników – należy bezpiecznie przymocować czujniki lub znaczniki systemu analizy ruchu do ciała danej osoby i skalibrować system, aby zapewnić dokładne pomiary.

10.2.3. BADANIE CHODU W WARUNKACH POJEDYNCZEGO ZADANIA (ANG. *SINGLE TASK – ST*)

W trakcie badania chodu z pojedynczym, jak i podwójnym zadaniem wykorzystuje się systemy do analizy chodu umożliwiające uzyskanie wskaźników czasowo-przestrzennych chodu. W zależności od stosowanej aparatury należy pamiętać o jej ograniczeniach wynikających zarówno z dokładności pomiarów, jak i kwestii kulturowych (np. sposób i miejsce zamocowania markerów).

Po zamocowaniu markerów wybranego systemu do analizy chodu wskazane jest przyzwyczajenie badanego do lokomocji w warunkach pomiarowych. Z naszych obserwacji wynika, że już sama świadomość umieszczenia na ciele pacjenta elementów systemu pomiarowego może wpływać na jego lokomocję.

Dobłą praktyką stosowaną w laboratoriach analizy ruchu jest umożliwienie kilkukrotnego przejścia po ścieżce pomiarowej przed właściwą rejestracją.

Rejestracja chodu

Rejestracja jest standardowo przeprowadzana podczas lokomocji z preferowaną przez badanego prędkością chodu. (Langeard, Torre, Temprado, 2021). Istnieje jednak możliwość wykonania badania w trakcie wolnego lub szybkiego chodzenia (Schättin i in., 2016).

Dla uniknięcia błędów pomiarowych w trakcie badania zalecane jest:

- Wyłączenie telefonów i urządzeń elektronicznych (poza aparaturą badawczą) przez osoby badane oraz przeprowadzające badanie.
- Ograniczenie liczby przebywających w pomieszczeniu osób do badanej i badających.
- Zabezpieczenie pomieszczenia, w którym są prowadzone badania, przed dostępem do niego osób postronnych.
- Wyeliminowanie bodźców płynących z zewnątrz (np. rozpraszający widok lub dźwięki) poprzez zasłonięcie okien, zamknięcie okien i drzwi.
- Określenie ścieżki pomiarowej przy uwzględnieniu, że:
 - długość ścieżki musi być adekwatna do możliwości fizycznych badanej osoby;
 - osoba badana powinna mieć możliwość poruszania się po linii prostej (badany może zawracać, ale ten etap jest pomijany w uzyskiwaniu pomiarów);

- ścieżka pomiarowa zlokalizowana w zbyt małym pomieszczeniu może zaburzyć wyniki poprzez zmianę wskaźników chodu wynikających z inicjacji lokomocji lub zbliżania się do przeszkody (np. ściany);
- zbyt krótka lub zbyt długa ścieżka może utrudnić lub uniemożliwić wykonanie zadania dodatkowego w warunkach podwójnego zadania (np. opartego na bodźcach wzrokowych).

Zgodnie z paradygmatem podwójnego zadania konieczne jest zapewnienie takich samych warunków badania oraz przeprowadzenie takiej samej liczby cykli chodu w warunkach pojedynczego, jak i podwójnego (dodatkowego) zadania (Plummer i in., 2013). Ta spójność ma kluczowe znaczenie dla wiarygodnego i rzetelnego porównania z badaniem, gdy osoba równocześnie zaangażowana jest w zadanie wymagające uwagi.



Wideo 10.2. Paradygmat podwójnego zadania – badanie chodu – pojedyncze zadanie

10.2.4. BADANIE ZADANIA DODATKOWEGO W WARUNKACH POJEDYNCZEGO ZADANIA (ANG. *SINGLE TASK – ST*)

Mimo rosnącej liczby doniesień naukowych dotyczących badania chodu z dodatkowym zadaniem, brakuje standardów określających zasady jego prowadzenia. W badaniach najczęściej wykorzystywane jest:

- Wymienianie kolejnych liczb całkowitych w kolejności malejącej, rozpoczynając od 50 lub 100 (osoba badana liczy głośno: 100, 99, 98 itd.) (Beauchet i in., 2008; Beauchet i in., 2007; Yamada i in., 2011).
- Odejmowanie 7 lub 3 od kolejnych liczb, począwszy od wskazanej (np. proszony jest o podanie różnicy liczb 376 i 7, a następnie wyniku tej różnicy i 7 itd. – pacjent powinien wymieniać liczby 376, 369, 362, 355 itd.) (Maclean i in., 2017).
- Wymienianie zwierząt lub zawodów bez powtarzania nazw (pacjent wymienia zawody, np. kucharz, lekarz, lub w innej wersji wymienia nazwy zwierząt rozpoczynające się na wskazaną przez badającego literę, np. *k* – wówczas podaje: *kot*, *krowa*, *krokodyl* itd. (Freire i in., 2017).
- Obsługa telefonu komórkowego, np. badany, idąc, pisze wiadomość tekstową (Ehlers i in., 2017; Krasovskyi, Weiss, Kizony, 2017; Lin i Huang, 2017).
- Przenoszenie kubka z wodą (zadaniem badanego jest przeniesienie kubka z płynem lub tacy z kubkami wypełnionymi wodą) (McIsaac, Lamberg, Muratori, 2015).
- Wykonanie testu komputerowego DIVA-gait z wykorzystaniem programu komputerowego stworzonego w Akademii Kultury Fizycznej im. Bronisława Czecha w Krakowie przez zespół Kreska-Korus, Golec, Wojtowicz, na podstawie programu DIVA Nęcka (1994) (zadanie to zostało przedstawione w wideo 10.3).

Przebieg badania

Należy wyjaśnić badanemu, na czym polega zadanie dodatkowe. Jeśli badanie tego wymaga, należy wykonać sesję, w której badany uczy się wykonania zadania.

Przebieg badania zadania dodatkowego powinien być rejestrowany, a wyniki odnotowane.

Podczas badania zadania dodatkowego najczęściej mierzonym wskaźnikiem jest czas reakcji i liczba prawidłowych zadań lub liczba błędów. Podczas wyboru rodzaju zadania dodatkowego należy pamiętać, że zadanie dodatkowe musi być możliwe do wykonania w tych samych warunkach podczas chodu z podwójnym zadaniem. Więcej informacji na ten temat znajduje się w części dotyczącej komunikacji międzykulturowej.



Wideo 10.3. Paradygmat podwójnego zadania – badanie zadania dodatkowego – pojedyncze zadanie

10.2.5. BADANIE W WARUNKACH PODWÓJNEGO ZADANIA (ANG. *DUAL TASK – DT*)

Zgodnie z paradygmatem podwójnego zadania, ostatnim etapem jest równoczesne wykonanie obu zadań (chód i zadanie dodatkowe) w tych samych warunkach, w jakich wykonywano pojedyncze zadania. Rejestrowane są te same wskaźniki.



Wideo 10.4. Paradygmat podwójnego zadania – jednoczesne badanie chodu i zadania dodatkowego

10.3. OPRACOWANIE WYNIKÓW

10.3.1. OPRACOWANIE WSKAŹNIKÓW CHODU

W celu przeprowadzenia analizy chodu z dodatkowym zadaniem należy opracować wskaźniki z każdej części badania. W przypadku chodu będą to głównie wskaźniki czasowo-przestrzenne. Do analizy należy wybrać jednakową próbkę dla obu warunków zadania (pojedynczego i podwójnego). W analizie należy uwzględnić po jednym cyklu chodu dla każdej z kończyn z każdego przejścia po ścieżce. W tym celu należy dokonać odpowiednich działań w systemie operacyjnym urządzenia pomiarowego, aby wskazać do dalszej analizy tylko wybrane cykle chodu, zarejestrowane w środkowej części ścieżki/pomiaru (Schättin i in., 2016). Dla wybranych wskaźników obliczane są ich średnie wartości i odchylenia standardowe.

Dalsza analiza może obejmować takie czynniki, jak: kończyna dominująca i niedominująca, kończyny dotknięte procesami patologicznymi bezpośrednio lub pośrednio i inne.

10.3.2. OPRACOWANIE WSKAŹNIKÓW ZADANIA DODATKOWEGO

Najczęściej stosowanymi wskaźnikami zadania dodatkowego jest:

- czas reakcji,
- liczba prawidłowych reakcji,
- liczba błędów.

Aby uzyskać te wskaźniki przeprowadza się zliczanie zdarzeń prawidłowych (prawidłowych wyników liczenia, wymienionych nazw zwierząt lub zawodów itp.), błędów oraz określenia czasu reakcji.

Można to zrobić na trzy sposoby:

1. Najmniej wymagającą metodą, ale i obciążoną największym ryzykiem popełnienia błędu jest zliczanie w trakcie badania reakcji prawidłowych oraz pomiaru czasu badania stoperem. Dzięki podzieleniu czasu badania przez liczbę prawidłowych odpowiedzi uzyskuje się czas reakcji.
2. Rejestracja badania na dyktafonie i późniejsze obliczenie z nagrania liczby reakcji prawidłowych i czasu reakcji. Zarejestrowane badanie można odsłuchać, co ogranicza ryzyko popełnienia błędów.
3. Korzystanie z programu komputerowego, który sam rejestruje wyniki badania. Takie możliwości daje test DIVA-gait, który rejestruje:
 - czas detekcji – uwzględniany jest tylko czas reakcji prawidłowej;
 - liczbę detekcji;
 - liczbę błędów (sumę błędów danego typu), takich jak:
 - brak alarmu (badany nie włączył przycisku reakcyjnego w trakcie, kiedy wyświetlana była litera-sygnał);
 - podwójny alarm (dodatkowe naciśnięcie przycisku reakcyjnego, kiedy wyświetlana była litera-sygnał);
 - fałszywy alarm (badany włączył przycisk reakcyjny, gdy litera-sygnał nie była wyświetlana) (zob. wideo 10.3).

10.3.3. WSKAŹNIKI CHODU Z DODATKOWYM ZADANIEM

Do charakterystycznych wskaźników badania chodu z dodatkowym zadaniem należą: zmienność czasu cyklu/czasu kroku, zmienność długości cyklu/kroku, efekt podwójnego zadania, średni efekt podwójnego zadania.

Zmienność

Dla każdej z badanych osób można obliczyć:

- zmienność czasu cyklu chodu/czasu kroku (w zależności od dostępnych danych w systemie badającym chód);
- zmienność długości cyklu chodu/kroku. Oblicza się ją zgodnie ze wzorem:

$$V = \frac{SD}{m} * 100\%$$

gdzie:

V – zmienność;

SD – odchylenie standardowe;

m – średnia.

Należy zwrócić szczególną uwagę na precyzję pomiarów, która jest ważna dla wiarygodności zmienności. W odniesieniu do paradygmatu podwójnego zadania istotne jest odtworzenie warunków w trakcie badania chodu także podczas badania chodu z dodatkowym, pojedynczym czy podwójnym zadaniem. Kluczowa jest powtarzalna wielkość badanej próby oraz uzyskanie wskaźników chodu niezakłóconych innymi zdarzeniami, takimi jak: inicjacja chodu, wejście postronnej osoby itd.

Efekt podwójnego zadania (ang. *dual-task effect*)

Obliczany jest dla każdego ze wskaźników zgodnie z następującym wzorem (Plummer-D'Amato i in., 2012):

$$\alpha_{DTE} = \left| \frac{\alpha_{DT} - \alpha_{ST}}{\alpha_{ST}} \right| * 100\%$$

gdzie:

α_{DTE} – efekt podwójnego zadania dla wskaźnika α ;

α_{ST} – wartość wskaźnika w warunkach pojedynczego zadania;

α_{DT} – wartość wskaźnika w warunkach podwójnego zadania.

Wskaźnikiem α będzie każdy ze wskaźników badanych w chodzie lub w dodatkowym zadaniu (np. efekt podwójnego zadania prędkości chodu lub efekt podwójnego zadania czasu reakcji).

Interpretując wartość wskaźnika, należy zwrócić szczególną uwagę na to, że dla prędkości zwiększenie wskaźnika będzie oznaczało większą efektywność realizacji zadania, ale w przypadku czasu reakcji będzie świadczyć o zmniejszeniu efektywności zadania.

Średni efekt podwójnego zadania (ang. *mean dual-task effect*)

Średni efekt podwójnego zadania jest obliczany ze wzoru:

$$m_{DTE} = \frac{\alpha_{DTE} + \beta_{DTE}}{2}$$

gdzie:

m_{DTE} – średni efekt podwójnego zadania;

α_{DTE} – efekt podwójnego zadania wskaźnika α (wskaźnik chodu);

β_{DTE} – efekt podwójnego zadania wskaźnika β (wskaźnik dodatkowego zadania).

Średni efekt podwójnego zadania jest wyliczany najczęściej dla prędkości chodu i czasu reakcji. Można go stosować także do innych wskaźników, przy czym należy pamiętać, że jeden musi dotyczyć chodu, a drugi dodatkowego zadania. W przypadkach, gdy wzrost jednego wskaźnika oznacza poprawę, a wzrost drugiego oznacza spadek wydajności zadania, bezkrytyczne stosowanie tego wzoru może prowadzić do błędnego

przedstawienia wyniku. W takiej sytuacji dla drugiego wskaźnika należy umieścić znak minus (–) przed wykonaniem operacji. Ten scenariusz występuje, gdy średni efekt dwuzadaniowości jest obliczany dla prędkości chodu i czasu reakcji.

W sytuacji, gdy dla obu efektów podwójnego zadania kierunek zmiany oznacza to samo (np. prędkość chodu i liczba prawidłowych realizacji zadania) należy rozważyć, czy ta zamiana jest poprawą czy pogorszeniem efektywności wykonywania zadań.

10.3.4. INTERPRETACJA WYNIKÓW

W celu interpretacji wyników badania chodu z podwójnym zadaniem należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

Ocena wielkości wskaźników czasowo-przestrzennych chodu w odniesieniu do wartości normatywnych. W literaturze przedmiotu są dostępne normy dla poszczególnych wskaźników chodu dotyczące analizy chodu w warunkach jednozadaniowych. Jeżeli u osoby badanej występują zaburzenia wzorca chodu wynikające ze zmiany zakresu ruchu, siły mięśniowej itp., to będą one miały wpływ na wskaźniki chodu tak w warunkach pojedynczego, jak i podwójnego zadania. Zastosowanie paradygmatu podwójnego zadania pozwala na ocenę chodu w warunkach obciążenia układu nerwowego dodatkowym zadaniem poznawczym i rozpoznanie zaburzeń, które w klasycznym badaniu chodu mogą nie zostać zidentyfikowane. Ocena chodu z podwójnym zadaniem odzwierciedla bowiem lokomocję realizowaną w życiu codziennym. Prędkość chodu jest zaliczana do podstawowych wskaźników chodu. Ma ona dużą wartość ze względu na swoją prostotę i duże znaczenie kliniczne. Na podstawie przeprowadzonych badań Schmid i współautorzy (2007) określili, że minimalna wartość prędkości chodu potrzebna do funkcjonowania w społeczeństwie kształtuje się na poziomie 0,8 m/s. Analizując chód, warto uwzględnić także częstotliwość oraz długość cyklu chodu – wskaźniki, które mają kluczowy wpływ na prędkość chodu.

Analiza wskaźników dodatkowego zadania. W badaniach chodu z podwójnym zadaniem najczęściej analizowanym wskaźnikiem jest średni czas reakcji. Wskaźnik ten okazał się on najbardziej czułą miarą dodatkowego zadania także w badaniach własnych, wykonywanych przy pomocy testu DIVA-gait. Doświadczenia własne wskazują, że w przypadku obserwacji wyników odbiegających od normy, należy je skonsultować z psychologiem.

Analiza wskaźników chodu z dodatkowym zadaniem. Efekt podwójnego zadania i średni efekt podwójnego zadania są nazywane wskaźnikami bezwzględnymi (wyrażane są w procentach). Analizowana jest ponadto zmienność cyklu chodu.

Efekt podwójnego zadania (ang. *dual task effect* – DTE). Efekt dwuzadaniowości pozwala na ocenę wielkości zmiany określonego wskaźnika, wyrażoną w procentach. Umożliwia ocenę wybranej zmiennej między poszczególnymi badaniami oraz porównanie, w którym wskaźniku zachodzą największe zmiany. Na przykład, jeśli u osoby badanej odnotowano skrócenie długości kroku o 0,1 m i zmniejszenie prędkości o 0,1 m/s w wyniku wprowadzenia dodatkowego zadania to nie można określić, która zmiana jest większa. Jeżeli natomiast u tego samego badanego obliczony wskaźnik efektu podwójnego zadania długości kroku wynosi 16%, a DTE prędkości chodu 10%, to można stwierdzić,

że większe zmiany zaszły w długości kroku. Porównując DTE dla wskaźnika reprezentującego efektywność chodu (np. DTE prędkości chodu) oraz dodatkowego zadania (np. DTE czasu reakcji), możemy określić, jaką strategię dzielenia uwagi realizuje układ nerwowy, w którym z zadań doszło do większych zmian.

Średni efekt podwójnego zadania. Jest to wskaźnik pozwalający określić efektywność realizowania obu zadań równocześnie w porównaniu do wykonywania ich w warunkach pojedynczego zadania. Wskaźnik informuje, czy układ nerwowy dysponuje wystarczającymi zasobami do kontroli równoczesnego wykonywania obu zadań. Pogorszenie tego wskaźnika wskazuje, że zostały przekroczone zdolności operacyjne i doszło do pogorszenia efektywności ich realizacji. Plummer i współautorzy (2013) wskazują, że ważne jest rozróżnianie strategii dystrybucji uwagi. Podają przykład, że sama interpretacja średniego efektu podwójnego zadania przy takiej samej wartości może wskazywać na różne typy podziału uwagi. Wyniki mogą wskazywać na zmiany w obu zadaniach równocześnie, ale także na sytuację, w której dochodzi jedynie do zmniejszenia efektywności chodu lub zadania dodatkowego. Średni efekt podwójnego zadania pozwala na porównywanie zdolności chodzenia w warunkach dodatkowego zadania w różnych grupach badanych. Może być więc wykorzystany do identyfikacji schorzeń, w których dochodzi do największych zmian, ale też do oceny efektywności terapii.

Zmienność. Zmienność czasu wykonywania kroku i długości kroku informują, w jakim stopniu (o ile procent) zmieniają się te wskaźniki w trakcie lokomocji. Większe zmiany świadczą o gorszych możliwościach kontroli motorycznej chodu. Choć obszar ten wymaga dalszych badań to wydaje się, że wskaźniki zmienności długości cyklu/kroku oraz czasu cyklu/kroku możemy zaliczyć do czułych wskaźników ryzyka upadków w trakcie chodu (Herman i in., 2010; Maki, 1997). Gabell i Nayauk (1984) stwierdzili, że zmienność długości kroku i czasu kroku nie przekracza 6% u zdrowych osób.

Interpretacja wyników – podsumowanie

Specyficzna dla chodu z dodatkowym zadaniem interpretacja wyników wiąże się z rozpatrzeniem następujących kwestii:

- Średni efekt podwójnego zadania wskazuje, czy badana osoba dysponuje zasobami układu nerwowego pozwalającymi na realizację obu zadań równocześnie.
- Analiza efektów podwójnego zadania dla obu zadań pozwala na określenie strategii, jaka jest realizowana (pogorszeniu ulega chód czy/i dodatkowe zadanie).
- Wskaźniki zmienności określają, czy doszło do pogorszenia kontroli motorycznej. Jeżeli wynik jest powyżej normy, to wiąże się ze zwiększonym ryzykiem upadku.
- Wartość prędkości chodu poniżej 0,8 m/s pozwala na zidentyfikowanie osób z ograniczoną możliwością funkcjonowania w społeczeństwie.
- Analiza wskaźników chodu i dodatkowego zadania może być pomocna w zrozumieniu mechanizmu kontroli motorycznej w trakcie wykonywania chodu z dodatkowym zadaniem.

10.4. KOMUNIKACJA Z PACJENTEM

Skuteczna komunikacja z pacjentem odgrywa kluczową rolę w kontekście badania chodu z dodatkowym zadaniem, ponieważ może wpłynąć na uzyskane wyniki. Rodzaj wybranego zadania dodatkowego może także być powiązany z językiem, kulturą, ale także z poziomem wiedzy i umiejętności. Wydaje się, że znajomość modyfikacji metodologii badania stwarza możliwość dostosowania jego przebiegu do wrażliwości kulturowej pacjenta. Różne metody badania lokomocji mogą być także nieakceptowane przez pacjentów ze względu na reprezentowany światopogląd. Jednocześnie świadomość ograniczeń zastosowanych metod pozwala na wybór najbardziej korzystnego sposobu badania lub wiarygodnej interpretacji uzyskanych wyników.

W rozdziale zostaną przedstawione różne metody badania pozwalające na jego dostosowanie do odmiennych potrzeb pacjentów oraz sugestie odnoszące się do sposobu komunikacji z pacjentem. Podczas oceny chodu z dodatkowym zadaniem kilka obszarów może być wrażliwych na komunikację międzykulturową.

10.4.1. PRZEKAZYWANIE INFORMACJI PACJENTOWI I WYDAWANIE POLECEŃ W TRAKCIE BADANIA

Podczas oceny chodu z dodatkowym zadaniem kluczowe znaczenie ma identyfikacja strategii stosowanej do rozdzielania uwagi między zadaniami. Istotne jest, aby ocenić, czy ma to wpływ na chód, dodatkowe zadanie, czy na jedno i drugie. Wyjaśniając uczestnikowi cel i sposób oceny oraz przekazując instrukcje, nie można sugerować, że jedno z zadań jest ważniejsze od drugiego (Maclean i in., 2017). Należy ponadto zachować ostrożność, aby nie dopuścić do sytuacji, które mogą wywołać reakcje emocjonalne u uczestnika, ponieważ emocje mogą również wpływać na wyniki oceny (Gross, Crane, Fredrickson, 2012). Takie podejście zapewnia, że uczestnik nie czuje presji ani niepokoju związanego z zadaniami i może je wykonywać tak naturalnie, jak to tylko możliwe, co jest niezbędne do uzyskania dokładnych wyników podczas oceny chodu z dodatkowym zadaniem.

10.4.2. WYBÓR ZADANIA DODATKOWEGO

Aktualne wyniki badań naukowych nie dają odpowiedzi na pytanie, które zadanie dodatkowe jest najlepszym wyborem podczas oceny chodu z zadaniem dodatkowym. Kultura, rozumiana jako całość dziedzictwa materialnego i duchowego przekazywanego z pokolenia na pokolenie, ma istotny wpływ na rozwój człowieka, rodzaj zdobywanych informacji i kompetencje. Większość wykorzystywanych zadań dodatkowych opiera się na umiejętnościach i wiedzy uczestnika, co może mieć wpływ na uzyskane wyniki. Na przykład, jeśli zadanie polega na wymienianiu nazw zwierząt, rozpoczynających się od danej litery (innnej w zadaniu pojedynczym i podwójnym), skuteczność zadania, mierzona liczbą nazwanych zwierząt i średnim czasem reakcji, zależy od wiedzy uczestnika. Wiedza ta może być związana z wykształceniem, hobby, wychowywaniem w różnych kontekstach kulturowych oraz z językiem. W różnych językach różni się zarówno liczba nazw

zwierząt zaczynających się na daną literę, jak i czas ich wymawiania. Dlatego przy wyborze dodatkowego zadania i interpretacji uzyskanych wyników należy zachować ostrożność. Wskazane jest, aby wybierać zadania, które nie odnoszą się do obszarów wiedzy lub umiejętności, które są szczególnie rozwinięte lub ograniczone u uczestnika (np. liczenie wsteczne nie jest zalecane w przypadku osób z dyskalkulią lub księgowych, a nazywanie zwierząt nie jest odpowiednie dla biologów). Ważne jest również, aby pamiętać, że każde dodatkowe zadanie stanowi inne obciążenie dla układu nerwowego. W związku z tym wyniki uzyskane z ocen z wykorzystaniem różnych zadań dodatkowych nie są bezpośrednio porównywalne. W badaniach własnych, aby uniknąć zadań poznawczych związanych z wiedzą i umiejętnościami uczestnika, autorzy rozdziału korzystają z programu komputerowego DIVA-gait. Stosując to narzędzie, należy wziąć pod uwagę rodzaj alfabetu zwykle używany przez uczestnika w życiu codziennym (czynnik kulturowy). W programie DIVA-gait wykorzystywany jest alfabet łaciński, ale może on także zostać zaadaptowany do innych alfabetów, pod warunkiem, że występują w nim wielkie i małe litery.



Wideo 10.5. Rodzaje zadań dodatkowych – odpowiedni dobór zadań

10.4.3. DOBÓR METODY BADAWCZEJ DO POTRZEB KULTUROWYCH KLIENTA

Przekonania religijne i indywidualna wrażliwość mogą utrudniać ocenę chodu podczas korzystania z systemów, które wymagają odsłonięcia znacznych obszarów ciała. Konsekwencją może być odmowa udziału w badaniu lub wysoki poziom stresu, który mógłby wpłynąć na wyniki. Posiadanie różnych systemów pomiarowych ułatwia optymalne dopasowanie warunków badania do potrzeb pacjenta.

Pacjent ma prawo do opieki medycznej z uwzględnieniem szacunku dla prezentowanych przez niego postaw, zasad, wartości i zwyczajów. Dotyczy to także przekonań związanych z wyznawaną religią. Wywiad przeprowadzony przed badaniem jest dobrym momentem na ustalenie z pacjentem planu działania diagnostyczno-terapeutycznego. Pacjent powinien zostać poinformowany o celu zaplanowanego zabiegu, sposobie przygotowania się do niego oraz mieć możliwość zadania pytań. Jeśli pacjent ze względów religijnych nie akceptuje zaplanowanego leczenia, dobrą praktyką jest podkreślenie, że terapeuta akceptuje jego światopogląd. W trakcie rozmowy korzystne jest ustalenie, czy problemem jest cała procedura, czy tylko jej element. Badający powinien przedstawić pacjentowi alternatywne możliwości. Czasem może być to tylko modyfikacja procedury lub inne formy leczenia. Ważne jest także poinformowanie pacjenta, jakie są konsekwencje zmiany planu diagnostyczno-terapeutycznego, np. niższa skuteczność leczenia, bardziej ogólne wyniki czy większa czasochłonność procedury. Istotne, aby pacjent świadomie zdecydował o planowanym leczeniu, znając konsekwencje podjętych decyzji.



Wideo 10.6. Wybór metody badania chodu

Jednym z przykładów wpływu przekonań religijnych na proces rehabilitacji, może być nieakceptowanie przebywania w trakcie badań w bieliźnie lub stroju kąpielowym przez siostry zakonne. Warto przy tym zwrócić uwagę, że sytuacja ta może się różnie kształtować w zależności od reguły zgromadzenia, do którego należy siostra oraz od indywidualnych przekonań danej siostry. Dlatego tak ważna jest rozmowa z każdym pacjentem i ustalenie akceptowanego planu leczenia.

Przydatne rozwiązania:

- Jeżeli siostra zakonna nie chce zdjąć habitu, a terapeuta planuje ćwiczenia kończyn dolnych, może zaproponować jej założenie spodni treningowych, co pozwoli na bardziej swobodne ćwiczenia bez odsłaniania nóg.
- Jeśli siostra zakonna nie akceptuje zdjęcia habitu lub welonu, co utrudnia fizjoterapię (np. plastikowy element welonu utrudnia neutralne ułożenie głowy w otworze kozetki, można zapytać, czy jest możliwość, aby siostra w trakcie świadczeń medycznych korzystała ze stroju misyjnego, który jest bardziej komfortowy w użyciu).
- Część sióstr zakonnych akceptuje zdjęcie habitu przy ograniczeniu liczby osób w pomieszczeniu (np. indywidualne kąpiele, ćwiczenia czy zabiegi w oddzielnych pomieszczeniach albo terapia wykonywana tylko przez fizjoterapeutki).
- Zdarzają się też siostry zakonne, dla których problemem nie jest samo zdjęcie habitu, ale reakcja społeczna na ten fakt, dlatego preferują przychodzenie do kliniki w cywilnych (innych niż habit) ubraniach.

10.5. WSPÓŁPRACA Z CZŁONKAMI ZESPOŁU TERAPEUTYCZNEGO ORAZ OSOBAMI Z BLISKIEGO OTOCZENIA PACJENTA

Aby zapewnić wysoką jakość badań, niezbędna jest współpraca w multidyscyplinarnym zespole, w skład którego wchodzi fizjoterapeuci, lekarze, biomechanicy i psychologowie. Jeżeli wyniki badań wskazują na istotne zaburzenia chodu dwuzadaniowego, konieczne może okazać się skierowanie pacjenta do dalszej diagnostyki (np. w sytuacjach, gdy podejrzewa się niską funkcję poznawczą, co może być objawem otępienia). Diagnostyka wysokiego ryzyka upadków, powinna być z kolei przekazana fizjoterapeucie odpowiedzialnemu za pacjenta, który dzięki tej informacji może wdrożyć odpowiednią terapię. Zarówno pacjent, jak i rodzina, opiekunowie czy pielęgniarki powinni być w tej sytuacji świadomi, że u takiego pacjenta unikanie podwójnych zadań podczas chodzenia jest niezbędne, aby zmniejszyć ryzyko upadków.

10.6. KORZYŚCI ZE STOSOWANIA METODYKI BADANIA CHODU Z DODATKOWYM ZADANIEM

10.6.1. ZNACZENIE BADANIA CHODU Z DODATKOWYM ZADANIEM W POPULACJI STARSZYCH DOROSŁYCH

Do 2050 roku około 400 milionów ludzi na całym świecie będzie miało ponad 80 lat (Fong, Feng, 2018). Osoby starsze szybciej doświadczają utraty funkcji związanych z siłą kończyn

dolnych niż kończyn górnych. Obniżona mobilność przekłada się na mniejszą ilość czynności życia codziennego, które pacjent może wykonać samodzielnie (Zhang i in., 2018). Efektem jest obniżenie jakości życia, konieczność zapewnienia wsparcia przez rodzinę lub pomoc instytucjonalna. Prędkość chodu zmniejsza się wraz z wiekiem. Smith Cusack i Blake (2016) twierdzą, że prawidłowa prędkość chodu (w warunkach pojedynczego zadania) wynosi 1,29 m/s dla osób w wieku 60–69 lat, 1,19 m/s dla osób w wieku 70–79 lat i 0,96 m/s dla osób powyżej 80 roku życia. Pomiar prędkości chodu jest uznawany przez Brytyjskie Towarzystwo Geriatryczne za jeden z kluczowych wskaźników pogorszenia funkcji i słabości, odgrywa ważną rolę w długoterminowej ocenie i długotrwałym monitorowaniu osób starszych. Ponadto istnieje istotny związek między szybkością chodu a upadkami. Wykazano, że ryzyko upadku jest niższe wśród osób chodzących zwykle z prędkością większą niż 1,00 m/s (Smith Cusack i Blake, 2016). Starsi dorośli mają tendencję do zmniejszenia prędkości chodu w warunkach podwójnego zadania, wydłużenia czasu cyklu chodu i czasu podwójnego podparcia niż osoby młodsze, wzrastała także zmienność czasu cyklu chodu oraz długości cyklu chodu (Hollman i in., 2007; Hupfeld i in., 2022; LaRoche i in., 2014; Springer i in., 2006; Zhang i in., 2018;). LaRoche i współautorzy (2014) stwierdzili, że pogorszenie chodu w warunkach podwójnego zadania było skorelowane z poziomem funkcji poznawczych.

Niestety nie udało się na razie stworzyć norm wskaźników czasowo-przestrzennych dla chodu z dodatkowym zadaniem czy efektu podwójnego zadania. Jedną z głównych przyczyn jest duża liczba stosowanych metod badania, zwłaszcza wykorzystywanie różnych zadań dodatkowych, co przekłada się na dużą rozbieżność wskaźników.

Większy efekt podwójnego zadania u osób starszych wydaje się być powiązany przynajmniej częściowo z atrofią mózgu związaną z wiekiem, przy czym kora czołowa zanika wcześniej i szybciej niż inne regiony mózgu. Hupfeld i współautorzy (2022) przypuszczają, że starzenie się zwiększa zależność od alternatywnych (tj. niemotorycznych) zasobów neuronalnych, takich jak kora czołowa, w celu kompensacji atrofii mózgu w regionach sensomotorycznych, zatem deficyty w tym ostatnim obszarze mogą przyczyniać się do pogorszenia efektywności chodu z dodatkowym zadaniem. Przeprowadzone przez nich badania neuroobrazowania wskazały na rozległy zanik związany z wiekiem w regionach korowych, podkorowych i mózdzku, ale szczególnie w regionach związanych z przetwarzaniem sensomotorycznym (np. zakręt przed- i postcentralny). Pozwoliło to zidentyfikować potencjalne relacje kompensacyjne między lepszym utrzymaniem struktury mózgu w regionach niezwiązanych klasycznie z kontrolą motoryczną (np. kora skroniowa) a zachowanymi zdolnościami chodzenia z podwójnym zadaniem u osób starszych. Sugeruje to rolę kory skroniowej w utrzymaniu funkcji behawioralnych w trakcie starzenia, szczególnie gdy inne regiony mózgu odpowiedzialne za kontrolę lokomotoryczną (np. kora czuciowo-ruchowa, zwoje podstawy i mózdzek) mogą w dużej mierze ulec zanikowi. Badacze wskazali ponadto na związek między mniej specyficznym zanikiem podkorowym (tj. większymi komorami bocznymi) a większym spadkiem prędkości w warunkach chodu z dodatkowym zadaniem (Hupfeld i in., 2022).

Odkrycie zjawiska interferencji podwójnego zadania w chodzie u osób starszych stało się motorem do tworzenia nowych programów terapii. Choć nie udało się zdefiniować jednego uniwersalnego schematu postępowania, to Tait i współautorzy (2017) sugerują,

że optymalna dawka treningowa powinna trwać od 1000 do 3000 minut, realizowanych od 1–3 razy w tygodniu przez okres 12 tygodni. Powinna ona obejmować zarówno trening fizyczny, jak i funkcji poznawczych, korzystne jest także zastosowanie ćwiczeń sensorycznych. Trening poznawczy i trening fizyczny mogą stymulować podobne procesy neurobiologiczne, które wywołują synergiczną odpowiedź. Zwiększają one przepływ krwi w mózgu i indukują angiogenezę w korze i mózdzku. Obie formy treningu mogą przyczynić się do wzrostu plastyczności obszarów za nie odpowiadających oraz zwiększyć objętość mózgu. Ćwiczenia mogą również chronić naczynia krwionośne i tkankę nerwową poprzez przeciwdziałanie związanemu z wiekiem wzrostowi krążących biomarkerów stanu zapalnego, które zostały powiązane z pogorszeniem funkcji poznawczych i demencją. Dochodzi także do indukowanego wysiłkiem fizycznym uwalniania czynników wzrostu, takich jak BDNF (ang. *brain-derived neurotrophic factor*) i insulinopodobny czynnik wzrostu (IGF-1), które odgrywają ważną rolę w neurogenезie, angiogenезie i plastyczności synaptycznej (Tait i in., 2017).

Zastosowanie metodologii chodu z dodatkowym zadaniem może być przydatne do identyfikacji starszych dorosłych z łagodnymi zmianami poznawczymi. Zhou i współautorzy (2021) podali, że zmiany wskaźników chodu w warunkach podwójnego zadania można zaobserwować przed zmianami poznawczymi. Na tym etapie konwencjonalne testy oceny funkcjonalnej nie byłyby wystarczająco czułe, aby wykryć te zmiany (Zhou i in. 2021).

Coraz większe znaczenie przypisuje się metodologii badania chodu z dodatkowym zadaniem jako markera ryzyka upadków, podkreśla się też, że badanie to jest bardziej czułe niż testy kliniczne (Commandeur i in., 2018; Herman i in., 2010; Kressig i in., 2008; Wayne i in., 2015). Wayne współautorzy (2015) podkreślali, że wielkość efektu podwójnego zadania jest wyższa u osób starszych upadających w porównaniu z osobami nieupadającymi oraz że zwłaszcza zmienność cyklu chodu podczas chodu z dodatkowym zadaniem może być szczególnie czułym predyktorem upadków u osób starszych (Kressig i in., 2008).

Hupfeld i współautorzy (2022) wskazują, że gorsze umiejętności chodzenia dwuzadaniowego są związane ze zwiększonym ryzykiem upadku, pogorszeniem funkcji, kruchością, niepełnosprawnością i śmiertelnością. Metodologia badania chodu z dodatkowym zadaniem odgrywa zatem ważną rolę w diagnostyce osób starszych. Starsi dorośli charakteryzują się obecnością zmian występujących z wiekiem, ale i częstszym występowaniem chorób. Oba te czynniki mogą prowadzić do pogorszenia wskaźników chodu w warunkach podwójnego zadania. Podsumowując, należy stwierdzić, że wystąpienie znacznych efektów podwójnego zadania powinno skłonić terapeutę do wnikliwej diagnostyki w celu określenia przyczyn takiego stanu oraz wdrożenia programu usprawniania chodu z dodatkowym zadaniem.

10.6.2. PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA BADANIA CHODU Z DODATKOWYM ZADANIEM W NEUROLOGII

Wprowadzenie dodatkowego zadania do chodu u osób po udarze mózgu pomaga zidentyfikować długoterminowe zaburzenia nie wykrywane w innych badaniach klinicznych (Kemper i in., 2006). Chód z dodatkowym zadaniem w porównaniu do chodu w warunkach pojedynczego zadania charakteryzuje się zmniejszeniem prędkości chodu (Bowen

i in. 2001; Canning, Ada, Paul, 2006; Plummer-D'Amato i in., 2010), niższą kadencją (Canning, Ada, Paul, 2006; Plummer-D'Amato i in., 2010), dłuższym czasem cyklu (Plummer-D'Amato i in., 2008) i wydłużeniem czasu podwójnego podparcia (Bowen i in., 2001).

Plummer-D'Amato i in. (2010) sugerują, że obciążenie kończyny niedowładnej może być wymagającą największej uwagi fazą cyklu chodu u osób z niedowładem połowicznym. Ma to istotne implikacje kliniczne. Zasadne wydaje się skupienie na reedukacji tej fazy cyklu chodu w warunkach jednozadaniowych w celu poprawy automatyzmu obciążenia kończyny po stronie niedowładu.

Z kolei upośledzenie chodu jest jednym z podstawowych objawów motorycznych choroby Parkinsona i zwiększa się wraz z postępem choroby, prowadząc do upadków i późniejszej niepełnosprawności (Zhang i in., 2022). Badania przeprowadzone przez Del Din i współautorów (2019) wykazały ponadto, że zaburzenia chodu można zaobserwować około cztery lata przed diagnozą tej choroby. Zastosowanie analizy ruchu pozwoliło na zidentyfikowanie następujących zmian chodu w warunkach pojedynczego zadania: zmniejszenie prędkości chodu, długości cyklu chodu amplitudy wymachu ramion oraz zwiększenie asymetrii międzykończynowej i zmienności chodu (Del Din i in., 2019; Zhang i in., 2022). Del Din i zespół (2019) sugerują, że mogą to być jedne z najwcześniejszych objawów choroby Parkinsona. Natomiast wprowadzenie dodatkowego zadania do chodu osób we wczesnym stadium choroby powodowało istotnie zmniejszenie prędkości chodu, skrócenie długości cyklu, wydłużenie fazy podparcia i przenoszenia, zwiększenie zmienności czasu cyklu (Zhang i in., 2022).

Raffegau i współautorzy (2019) donoszą, że progresja choroby Parkinsona wpływa na chód dwuzadaniowy w taki sposób, że pacjenci, których prędkość chodu była wyższa niż 1,1 m/s w warunkach pojedynczego zadania, doświadczają większego jej zmniejszenia w trakcie chodu dwuzadaniowego niż pacjenci, którzy chodzili poniżej 1,1 m/s w warunkach jednozadaniowych.

Monaghan i zespół (2023) wskazują, że chód pacjentów z chorobą Parkinsona, którzy doświadczają zamrożenia na tle osób wolnych do tego objawu charakteryzuje się wyższym efektem podwójnego zadania dla takich wskaźników, jak: kąt stopy w trakcie kontaktu z podłożem oraz jego zmienność długości cyklu chodu i zakres ruchu ramienia. Naukowcy twierdzą, że metodologia chodu z dodatkowym zadaniem może pomóc w identyfikacji osób najbardziej podatnych na deficyty chodzenia dwuzadaniowego w życiu codziennym oraz optymalnych kandydatów do treningu chodu z dodatkowym zadaniem.

10.6.3. BADANIE CHODU Z DODATKOWYM ZADANIEM U PACJENTÓW ORTOPEDYCZNYCH

Zachodzi istotna interferencja między obciążeniem poznawczym a zadaniami motorycznymi u osób z chorobą zwyrodnieniową stawu kolanowego (Abdallat i in., 2020; Hamacher i in., 2016). Odnotowano wyraźny wzrost efektu podwójnego zadania. Ból wpływał ponadto na sprawność motoryczną u pacjentów z bólem kolana, wskazując, że wielu z tych pacjentów wydaje się nie mieć zdolności poznawczych do radzenia sobie z podwójnymi zadaniami bez zmiany zdolności poznawczych lub motorycznych. Wydaje się,

że osoby te chodzą z większą kompensacyjną kontrolą wykonawczą i mniejszym automatyzmem. Zmniejszenie nasilenia bólu wiązało się natomiast ze zmniejszeniem efektów podwójnego zadania, co sugeruje, że taki spadek zmniejszyłby ryzyko potknięcia się i że ból ma destrukcyjny wpływ na interakcję motoryczno-poznawczą (Abdallat i in., 2020; Hamacher i in., 2016).

Hamacher i współautorzy (2014) porównali chód z dodatkowym zadaniem osób zdrowych i pacjentów doświadczających bólu pleców. Zaobserwowano wyższe wskaźniki zmienności chodu u osób cierpiących z powodu bólu kręgosłupa. Autorzy sugerowali, że przewlekły ból zmniejsza zdolność motoryczno-poznawczą do wykonywania dwóch zadań. Wskazywali dodatkowo, że szkodliwe skutki są spowodowane przez mechanizmy centralne, w których ból zakłóca funkcje wykonawcze, co z kolei może przyczyniać się do zwiększonego ryzyka upadku. Yogeve-Seligmann i zespół (2008) zaobserwowali natomiast, że kora przedczołowa jest zaangażowana nie tylko w funkcje wykonawcze, ale także w przetwarzanie bólu i ustalanie priorytetów podczas wielu zadań wymagających uwagi (Nguyen i in., 2023; Yogeve-Seligmann, Hausdorff, Giladi, 2008).

Choć liczba publikacji z zakresu badania chodu z dodatkowym zadaniem w obszarze ortopedii i traumatologii jest zdecydowanie mniejsza niż dotycząca osób starszych czy pacjentów neurologicznych, to wydaje się, że metodologia badania oparta na paradygmacie podwójnego zadania ma wysoką wartość diagnostyczną dla pacjentów ortopedycznych i traumatologicznych. Pozwala ocenić chód w warunkach podobnych do środowiska życia codziennego, może także przyczynić się do identyfikacji pacjentów z wysokim ryzykiem upadków. Potrzeba dalszych badań pozwalających na zidentyfikowanie jednostek chorobowych, w których dochodzi do wysokich efektów podwójnego zadania, określenie przyczyn takich zmian oraz stworzenie programów fizjoterapii pozwalających na przywrócenie wydajnego chodu w warunkach dodatkowego zadania.

10.6.4. ZASTOSOWANIE BADANIA CHODU W MEDYCYNIE SPORTOWEJ

Zarówno codzienne aktywności, jak i sport stwarzają konieczność równoczesnego koordynowania przez centralny układ nerwowy zadań motorycznych i poznawczych (Howell i in., 2018). W trakcie chodu musi on odbierać i przetwarzać informacje sensoryczne z układu ruchu i układu przedsionkowego oraz bodźce wzrokowe, zarządzać pracą mięśni oraz kontrolować napływ informacji z otaczającego środowiska (Soci, Sosnoff, 2013). W trakcie aktywności sportowej układ nerwowy nadzoruje zadania motoryczne związane z lokomocją i dodatkowymi aktywnościami (np. przyjęcie piłki) oraz zadania poznawcze związane ze strategią stosowaną przez zawodnika. Badanie chodu z dodatkowym zadaniem może wzbogacić medycynę sportową o ocenę alokacji uwagi w domenie poznawczej i motorycznej (Howell i in., 2018). Diagnostyka i trening chodu z dodatkowym zadaniem jest nowym, dynamicznie rozwijającym się zagadnieniem w medycynie sportowej. Założenie, że prawidłowy chód jest warunkiem koniecznym do rozpoczęcia procesu powrotu do biegania, jest już standardem postępowania usprawniającego (Cole, 2018). Wydaje się, że przywrócenie zdolności realizacji chodu z dodatkowym zadaniem może być ważnym etapem powrotu do treningu, zwłaszcza w dyscyplinach sportowych łączących lokomocję z dodatkowymi zadaniami.

Wiele publikacji dotyczących wykorzystania badania chodu z dodatkowym zadaniem w medycynie sportowej odnosi się do wstrząsu mózgu (ang. *concussion*). Khurana i Kaye (2012) wskazują, że jest to często występujący uraz w sportach kontaktowych, takich jak: futbol amerykański i australijski, rugby, piłka nożna, boks, zapasy, koszykówka, hokej na trawie i lacrosse, i stanowi duże wyzwanie dla personelu związanego z opieką zdrowotną sportowców. Przeprowadzone przez Howell i zespół (2018) badania chodu z dodatkowym zadaniem sportowców po wstrząsie mózgu wykazały, że osoby, u których stwierdzono zmniejszenie prędkości chodu w warunkach podwójnego zadania były narażone na większe ryzyko kontuzji po powrocie do uprawiania sportu. Warto podkreślić, że ocena przeprowadzona za pomocą skali objawów powstrząsowych (ang. *post-concussion symptom scale*) nie była powiązana z wielkością zaburzeń w chodzie dwuzadaniowym. Wskazuje to, że badanie chodu z dodatkowym zadaniem może dostarczyć unikalnych i istotnych informacji na temat funkcjonalnej regeneracji po urazie (Howell i in., 2018).

W wynikach badań chodu z dodatkowym zadaniem występują różnice związane z płcią. Zaobserwowano, że wśród dorastających pacjentów, którzy doznali wstrząsu mózgu kobiety miały niższy efekt podwójnego zadania kadencji niż mężczyźni (Howell i in., 2017). Wskazuje to, że przeprowadzenie badań mierzących alokację uwagi w domenach poznawczych i motorycznych może dostarczyć wielu nowych danych i pozwolić na większe zindywidualizowanie procesu fizjoterapii i powrotu do treningu u sportowców. Lee, Sullivan i Schneiders (2013) podkreślają rolę badania chodu z dodatkowym zadaniem jako metodę diagnostyczną identyfikującą subtelne zaburzenia fizyczne i poznawcze, które mogą nie być obecnie wykrywane przez tradycyjne strategie oceny.

Kolejną kontuzją bardzo często występującą u sportowców jest zerwanie więzadła krzyżowego przedniego kolana. Ten typ urazu stwarza dla zespołu medycznego i trenerckiego liczne wyzwania, zaczynając od operacyjnej rekonstrukcji kolana, poprzez przeprowadzenie sportowca przez proces rehabilitacji, a kończąc na bezpiecznym powrocie do treningu sportowego oraz udziału w rywalizacji. Chód może zostać zaburzony w wyniku dolegliwości wywołanych samym uszkodzeniem więzadła czy skutkami zabiegu operacyjnego (ból, obrzękiem, zmniejszeniem siły mięśniowej). Węzadło krzyżowe przednie ulega znacznym obciążeniom w trakcie chodu, szczególnie w fazie przenoszenia (Brinlee i in., 2022).

Osoby z uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego oraz osoby po jego rekonstrukcji mają gorsze wyniki badania chodu z dodatkowym zadaniem niż osoby zdrowe. Objawia się to niższą efektywnością realizacji zadania poznawczego oraz zmniejszeniem prędkości chodu (Abdallat i in., 2020; Ness i in., 2020). Przyczyna takich zmian może wynikać z faktu uszkodzenia proprioceptorów znajdujących się w więzadle krzyżowym przednim, wykrywających zmiany napięcia, prędkości, przyspieszenia i kierunku ruchu oraz pozwalających na podświadome określenie położenia stawu kolanowego w przestrzeni (Dhillon, Bali, Prabhakar, 2012; Rottermund i in., 2023). Kapreli i współautorzy (2009) twierdzą, że uszkodzenie więzadła powoduje zaburzenie kontroli nerwowo-mięśniowej, wpływa na programy centralne, a w konsekwencji na reakcję motoryczną, powodując poważną dysfunkcję uszkodzonej kończyny. Badania aktywacji mózgu za pomocą techniki funkcjonalnego rezonansu magnetycznego wskazują, że uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego może powodować reorganizację ośrodkowego układu

nerwowego, co sugeruje, że takie uszkodzenie można uznać za dysfunkcję neurofizjologiczną, a nie prosty uraz obwodowego układu mięśniowo-szkieletowego (Kapreli i in., 2009). W porównaniu z grupą kontrolną, u pacjentów z uszkodzeniem więzadła krzyżowego przedniego zmniejszona była aktywacja w kilku obszarach kory czuciowo-ruchowej, a zwiększona w przednim obszarze motorycznym, tylnym wtórnym obszarze somatosensorycznym i tylnym dolnym zakręcie skroniowym. Wydaje się, że w trakcie chodu w warunkach dodatkowego zadania poznawczego niedobory informacji czuciowych zostają kompensowane przez zaangażowanie dodatkowych obszarów układu nerwowego, co zmniejsza dostępne zasoby uwagi do realizacji obu zadań równocześnie. Skutkiem tego jest pogorszenie efektywności chodu lub zadania dodatkowego.

Abdallat wraz z zespołem (2020) stwierdzili, że wykorzystanie paradygmatów dwuzadaniowych ma potencjał do ulepszenia i wdrożenia nowych strategii programów rehabilitacyjnych i różnych opcji terapeutycznych dla osób z uszkodzonym więzadłem krzyżowym przednim.

Potencjał i wyzwania dla badania chodu z dodatkowym zadaniem w medycynie sportowej
Wydaje się, że badanie chodu z dodatkowym zadaniem ma szansę uzupełnić diagnostykę sportowców o możliwość alokacji uwagi do domen motorycznych i poznawczych. Pozwala na ocenę kontroli motorycznej w trudniejszych warunkach wielozadaniowych, które są bliskie wymaganiom w trakcie aktywności sportowej.

Należy jednak mieć na uwadze, że chód z dodatkowym zadaniem stanowi mniejsze wyzwanie niż aktywność sportowa. Metodologia ta umożliwia monitorowanie poprawy chodu z dodatkowym zadaniem, którego optymalna jakość wydaje się być ważnym elementem fizjoterapii, warunkującym prawidłową lokomocję w życiu codziennym oraz bezpieczny powrót do aktywności sportowej. Wreszcie trening dwuzadaniowy może przynieść większe korzyści w porównaniu z treningiem jednozadaniowym w zakresie rozwoju umiejętności sportowych (Lee, Sullivan, Schneiders, 2013).

BIBLIOGRAFIA

- Abdallat, R., Sharouf, F., Button, K., Al-Amri, M. (2020). Dual-task effects on performance of gait and balance in people with knee pain: A systematic scoping review. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1554. <https://doi.org/10.3390/jcm9051554>.
- Beauchet, O., Allali, G., Annweiler, C., Berrut, G., Maarouf, N., Herrmann, F.R., Dubost, V. (2008). Does change in gait while counting backward predict the occurrence of a first fall in older adults? *Gerontology*, 54(4), 217–223. <https://doi.org/10.1159/000127318>.
- Beauchet, O., Dubost, V., Allali, G., Gonthier, R., Hermann, F.R., Kressig, R.W. (2007). 'Faster counting while walking' as a predictor of falls in older adults. *Age and Ageing*, 36(4), 418–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afm011>.
- Bowen, A., Wenman, R., Mickelborough, J., Foster, J., Hill, E., Tallis, R. (2001). Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. *Age and Ageing*, 30(4), 319–323. <https://doi.org/10.1093/ageing/30.4.319>.
- Brinlee, A.W., Dickenson, S.B., Hunter-Giordano, A., Snyder-Mackler, L. (2022). ACL reconstruction rehabilitation: Clinical data, biologic healing, and criterion-based milestones to inform a return-to-sport guideline. *Sports Health*, 14(5), 770–779. <https://doi.org/10.1177/19417381211056873>.
- Canning, C.G., Ada, L., Paul, S.S. (2006). Is automaticity of walking regained after stroke? *Disability and Rehabilitation*, 28(2), 97–102. <https://doi.org/10.1080/09638280500167712>.
- Cole, S.L. (2018). Przywracanie pacjenta do biegania. W: J. Taradaj (red.). *Pooperacyjna rehabilitacja pacjentów ortopedycznych* (s. 706–719). Błonie: DB Publishing.
- Commandeur, D., Klimstra, M.D., MacDonald, S., Inouye, K., Cox, M., Chan, D., Hundza, S.R. (2018). Difference scores between single-task and dual-task gait measures are better than clinical measures for detection of fall-risk in community-dwelling older adults. *Gait & Posture*, 66, 155–159. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.020>.
- Del Din, S., Elshehabi, M., Galna, B., Hobert, M.A., Warmerdam, E., Suenkel, U., Brockmann, K., Metzger, F., Hansen, C., Berg, D., Rochester, L., Maetzler, W. (2019). Gait analysis with wearables predicts conversion to Parkinson disease. *Annals of Neurology*, 86(3), 357–367. <https://doi.org/10.1002/ana.25548>.
- Dhillon, M.S., Bali, K., Prabhakar, S. (2012). Differences among mechanoreceptors in healthy and injured anterior cruciate ligaments and their clinical importance. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 2(1), 38–43.
- Ehlers, D.K., Banducci, S.E., Daugherty, A.M., Fanning, J., Awick, E.A., Porter, G.C., Burzynska, A., Shen, S., Kramer, A.F., McAuley, E. (2017). Effects of gait self-efficacy and lower-extremity physical function on dual-task performance in older adults. *BioMed Research International*, 2017(1), 8570960. <https://doi.org/10.1155/2017/8570960>.
- Fong, J.H., Feng, J. (2018). Comparing the loss of functional independence of older adults in the U.S. and China. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 74, 123–127. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.10.020>.
- Freire Júnior, R.C., Porto, J.M., Marques, N.R., Magnani, P.E., Abreu, D.C. (2017). The effects of a simultaneous cognitive or motor task on the kinematics of walking in older fallers and non-fallers. *Human Movement Science*, 51, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.12.004>.
- Gabell, A., Nayak, U.S. (1984). The effect of age on variability in gait. *Journal of Gerontology*, 39(6), 662–666. <https://doi.org/10.1093/geronj/39.6.662>.

- Goertzen, M., Gruber, J., Dellmann, A., Clahsen, H., Schulitz, K.P. (1993). Neurohistologische Untersuchungen bei allogenen Kreuzbandtransplantaten als intraartikulärer Bandersatz. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 131(5), 420–424.
- Gross, M.M., Crane, E.A., Fredrickson, B.L. (2012). Effort-Shape and kinematic assessment of bodily expression of emotion during gait. *Human Movement Science*, 31(1), 202–221. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.05.001>.
- Hamacher, D., Rudolf, M., Lohmann, C., Schega, L. (2016). Pain severity reduction in subjects with knee osteoarthritis decreases motor-cognitive dual-task costs. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 39, 62–64. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.09.009>.
- Hamacher, Dennis, Hamacher, Daniel, Schega, L. (2014). A cognitive dual task affects gait variability in patients suffering from chronic low back pain. *Experimental Brain Research*, 232(11), 3509–3513. <https://doi.org/10.1007/s00221-014-4039-1>.
- Herman, T., Mirelman, A., Giladi, N., Schweiger, A., Hausdorff, J.M. (2010). Executive control deficits as a prodrome to falls in healthy older adults: A prospective study linking thinking, walking, and falling. *The Journals of Gerontology Series A*, 65(10), 1086–1092. <https://doi.org/10.1093/gerona/gdq077>.
- Hollman, J.H., Kovash, F.M., Kubik, J.J., Linbo, R.A. (2007). Age-related differences in spatiotemporal markers of gait stability during dual task walking. *Gait & Posture*, 26(1), 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.08.005>.
- Howell, D.R., Buckley, T.A., Lynall, R.C., Meehan, W.P., 3rd. (2018). Worsening dual-task gait costs after concussion and their association with subsequent sport-related injury. *Journal of Neurotrauma*, 35(14), 1630–1636. <https://doi.org/10.1089/neu.2017.5570>.
- Howell, D.R., Stracciolini, A., Geminiani, E., Meehan, W.P., 3rd. (2017). Dual-task gait differences in female and male adolescents following sport-related concussion. *Gait & Posture*, 54, 284–289. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.03.034>.
- Hupfeld, K.E., Geraghty, J.M., McGregor, H.R., Hass, C.J., Pasternak, O., Seidler, R.D. (2022). Differential relationships between brain structure and dual task walking in young and older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 809281. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.809281>.
- Kapreli, E., Athanasopoulos, S., Gliatis, J., Papathanasiou, M., Peeters, R., Strimpakos, N., Van Hecke, P., Gouliamos, A., Sunaert, S. (2009). Anterior cruciate ligament deficiency causes brain plasticity: A functional MRI study. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(12), 2419–2426. <https://doi.org/10.1177/0363546509343201>.
- Kemper, S., McDowd, J., Pohl, P., Herman, R., Jackson, S. (2006). Revealing language deficits following stroke: The cost of doing two things at once. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 13(1), 115–139. <https://doi.org/10.1080/13825580500501496>.
- Khurana, V.G., Kaye, A.H. (2012). An overview of concussion in sport. *Journal of Clinical Neuroscience*, 19(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2011.08.002>.
- Krasovsky, T., Weiss, P.L., Kizony, R. (2017). A narrative review of texting as a visually-dependent cognitive-motor secondary task during locomotion. *Gait & Posture*, 52, 354–362. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.12.027>.
- Kressig, R.W., Herrmann, F.R., Grandjean, R., Michel, J.P., Beauchet, O. (2008). Gait variability while dual-tasking: Fall predictor in older inpatients? *Aging Clinical and Experimental Research*, 20(2), 123–130. <https://doi.org/10.1007/BF03324758>.

- Langeard, A., Torre, M.M., Temprado, J.J. (2021). A dual-task paradigm using the oral trail making test while walking to study cognitive-motor interactions in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, 712463. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.712463>.
- LaRoche, D.P., Greenleaf, B.L., Croce, R.V., McGaughy, J.A. (2014). Interaction of age, cognitive function, and gait performance in 50–80-year-olds. *Age*, 36(4), 9693. <https://doi.org/10.1007/s11357-014-9693-5>.
- Lee, H., Sullivan, S.J., Schneiders, A.G. (2013). The use of the dual-task paradigm in detecting gait performance deficits following a sports-related concussion: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(1), 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.03.013>.
- Lin, M.B., Huang, Y.P. (2017). The impact of walking while using a smartphone on pedestrians' awareness of roadside events. *Accident Analysis & Prevention*, 101, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.005>.
- Maclean, L. M., Brown, L. J. E., Khadra, H., Astell, A. J. (2017). Observing prioritization effects on cognition and gait: The effect of increased cognitive load on cognitively healthy older adults' dual-task performance. *Gait & Posture*, 53, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.01.018>.
- Maki B.E. (1997). Gait changes in older adults: Predictors of falls or indicators of fear. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45(3), 313–320. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1997.tb00946.x>.
- McIsaac, T.L., Lamberg, E.M., Muratori, L.M. (2015). Building a framework for a dual task taxonomy. *BioMed Research International*, 2015(1), 591475. <https://doi.org/10.1155/2015/591475>.
- Monaghan, A.S., Ragothaman, A., Harker, G.R., Carlson-Kuhta, P., Horak, F.B., Peterson, D.S. (2023). Freezing of gait in Parkinson's disease: Implications for dual-task walking. *Journal of Parkinson's Disease*, 13(6), 1035–1046. <https://doi.org/10.3233/JPD-230063>.
- Nęcka, E. (1994). *Inteligencja i procesy poznawcze*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Ness, B.M., Zimney, K., Schweinle, W.E., Cleland, J.A. (2020). Dual-task assessment implications for anterior cruciate ligament injury: A systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(6), 840–855. <https://doi.org/10.26603/ijsp.20200840>.
- Nguyen, T., Behrens, M., Broscheid, K.C., Bielitzki, R., Weber, S., Libnow, S., Malczewski, V., Baldauf, L., Milberger, X., Jassmann, L., Wustmann, A., Meiler, K., Drange, S., Franke, J., Schega, L. (2023). Associations between gait performance and pain intensity, psychosocial factors, executive functions as well as prefrontal cortex activity in chronic low back pain patients: A cross-sectional fNIRS study. *Frontiers in Medicine*, 10, 1147907. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1147907>.
- Pineda, R.C., Krampe, R.T., Vanlandewijck, Y., Van Biesen, D. (2023). Scoping review of dual-task interference in individuals with intellectual disability. *Frontiers in Psychology*, 14, 1223288. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1223288>.
- Plummer, P., Eskes, G., Wallace, S., Giuffrida, C., Fraas, M., Campbell, G., Clifton, K.L., Skidmore, E.R., American Congress of Rehabilitation Medicine Stroke Networking Group Cognition Task Force. (2013). Cognitive-motor interference during functional mobility after stroke: State of the science and implications for future research. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(12), 2565–2574.e6. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.08.002>.
- Plummer-D'Amato, P., Altmann, L.J., Behrman, A.L., Marsiske, M. (2010). Interference between cognition, double-limb support, and swing during gait in community-dwelling individuals poststroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(6), 542–549. <https://doi.org/10.1177/1545968309357926>.

- Plummer-D'Amato, P., Altmann, L.J., Saracino, D., Fox, E., Behrman, A.L., Marsiske, M. (2008). Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: A dual task study. *Gait & Posture*, 27(4), 683–688. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.09.001>.
- Plummer-D'Amato, P., Kyvelidou, A., Sternad, D., Najafi, B., Villalobos, R. M., Zurakowski, D. (2012). Training dual-task walking in community-dwelling adults within 1 year of stroke: A protocol for a single-blind randomized controlled trial. *BMC Neurology*, 12, 129. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-12-129>.
- Raffageau, T.E., Krehbiel, L.M., Kang, N., Thijs, F.J., Altmann, L.J.P., Cauraugh, J.H., Hass, C.J. (2019). A meta-analysis: Parkinson's disease and dual-task walking. *Parkinsonism & Related Disorders*, 62, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.12.012>.
- Rottermund, J., Michalak, G., Berska-Maślej, M., Knapik, A. (2023). Testy czucia głębokiego w diagnostyce stawów kolanowych. W: J. Baran, T. Pop (red.). *Rehabilitacja 2022*. Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego. <https://doi.org/10.15584/978-83-8277-138-1.3>.
- Schättin, A., Arner, R., Gennaro, F., de Bruin, E.D. (2016). Adaptations of prefrontal brain activity, executive functions, and gait in healthy elderly following exergame and balance training: A randomized-controlled study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 278. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00278>.
- Schmid, A., Duncan, P.W., Studenski, S., Lai, S.M., Richards, L., Perera, S., Wu, S.S. (2007). Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke*, 38(7), 2096–2100. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.106.475921>.
- Smith, E., Cusack, T., Blake, C. (2016). The effect of a dual task on gait speed in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture*, 44, 250–258. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.12.017>.
- Socie, M.J., Sosnoff, J.J. (2013). Gait variability and multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis International*, 2013(1), 645197. <https://doi.org/10.1155/2013/645197>.
- Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E.S., Hausdorff, J.M. (2006). Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function. *Movement Disorders*, 21(7), 950–957. <https://doi.org/10.1002/mds.20848>.
- Tait, J.L., Duckham, R.L., Milte, C.M., Main, L.C., Daly, R.M. (2017). Influence of sequential vs. simultaneous dual-task exercise training on cognitive function in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 368. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00368>.
- Wayne, P.M., Hausdorff, J.M., Lough, M., Gow, B.J., Lipsitz, L., Novak, V., Macklin, E.A., Peng, C.K., Manor, B. (2015). Tai Chi training may reduce dual task gait variability, a potential mediator of fall risk, in healthy older adults: Cross-sectional and randomized trial studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 332. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00332>.
- Yamada, M., Aoyama, T., Arai, H., Nagai, K., Tanaka, B., Uemura, K., Mori, S., Ichihashi, N. (2011). Dual-task walk is a reliable predictor of falls in robust elderly adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(1), 163–164. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03206.x>.
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J.M., Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. *Movement Disorders*, 23(3), 329–472. <https://doi.org/10.1002/mds.21720>.
- Zhang, C., Sun, W., Song, Q., Gu, H., Mao, D. (2018). Performance of older adults under dual task during stair descent. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 16(3), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2018.09.001>.

- Zhang, X., Fan, W., Yu, H., Li, L., Chen, Z., Guan, Q. (2022). Single- and dual-task gait performance and their diagnostic value in early-stage Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*, 13, 974985. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.974985>.
- Zhou, J., Manor, B., Yu, W., Lo, O.Y., Gouskova, N., Salvador, R., Katz, R., Cornejo Thumm, P., Broz-gol, M., Ruffini, G., Pascual-Leone, A., Lipsitz, L.A., Hausdorff, J.M. (2021). Targeted tDCS mitigates dual-task costs to gait and balance in older adults. *Annals of Neurology*, 90(3), 428–439. <https://doi.org/10.1002/ana.26156>.