

Poznań, dnia 10.05.2018 r.

KONSPEKT PRACY DOKTORSKIEJ

Stabilność posturalna oraz jej zmiany pod wpływem treningu proprioceptywnego z wykorzystaniem rzeczywistości wirtualnej u pracowników wysokościowych

Magdalena Cyma

Opiekun naukowy:
dr hab. Rafał Stemplewski

Spis treści

1.	Wprowadzenie w problematykę pracy.....	2
2.	Cele i hipotezy	8
2.1	Cele pracy	8
2.2	Hipotezy badawcze.....	9
3.	Metody badań.....	10
3.1.	Charakterystyka badanych osób.....	10
3.2.	Metody badawcze.....	10
3.2.1.	Ogólny schemat badań.....	10
3.2.2.	Procedury badań początkowych.....	10
3.2.3.	Procedury badań eksperymentalnych.....	15
3.2.4.	Procedury badań końcowych.....	21
3.3.	Metody statystyczne	22
4.	Sprawozdanie z badań pilotażowych.....	23
4.1.	Grupa i metody badawcze	23
4.1.1.	Charakterystyka badanych osób	23
4.1.2.	Metody badawcze.....	23
4.1.3.	Metody statystyczne.....	24
4.2.	Wybrane wyniki badań pilotażowych.....	24
4.3.	Wnioski.....	27
5.	Piśmiennictwo	28
6.	Załączniki.....	32

1. Wprowadzenie w problematykę pracy

Praca na wysokości uważana jest za szczególnie niebezpieczną. Zadania takie jak budowa, demontaż i modyfikacja rusztowań (Zamysłowska-Szmytke & Śliwińska-Kowalska, 2012) przeprowadzane na wysokich budynkach, tj. 23 m (Mousavi, 2015) zmuszają pracowników do zmagania się zarówno z pracą, którą muszą wykonywać precyzyjnie, jak i trudnymi warunkami pogodowymi, takimi jak silne wiatry, deszcz i śnieg. Do wszelkich zleceń zatrudnia się osoby nie tylko doświadczone i posiadające specjalistyczne uprawnienia, ale także mające odpowiednie cechy psychiczne i fizyczne (Salassa i Zapala, 2009, Zamysłowska-Szmytke i Śliwińska-Kowalska, 2012). W krajach Unii Europejskiej osoby pracujące na wysokości powinny przejść badania lekarskie, w tym oftalmiczne, neurologiczne i laryngologiczne. W przypadku prac na wysokości powyżej 1 metra wymagane jest odpowiednie doświadczenie (Zamysłowska-Szmytke i Śliwińska-Kowalska, 2012).

Ocena poziomu stabilności postawy pracowników na wysokości jest bardzo ważnym elementem prewencji i orzecznictwa w medycynie pracy. Kodeks pracy (Dz Ustawa nr 69, poz. 332) zaleca badanie układu równowagi osób pracujących na wysokościach powyżej 3 metrów, a także poniżej 3 metrów i powyżej 1 metra od poziomu podłogi na poziomie otoczenia lub na zewnątrz, a także na mobilnej platformie wiszącej. Zakres przeprowadzanych badań i dokładne minimalne wymagania dotyczące osoby badanej nie są określone (Zamysłowska-Szmytke i Śliwińska-Kowalska, 2012).

Zaburzenia stabilności posturalnej są jednymi z najczęstszych przyczyn wypadków związanych z pracą na wysokości (Główny Urząd Statystyczny, 2012 r., Komisja Europejska, 2009 r.). Te z kolei często prowadzą do tragicznych skutków, takich jak złamania, krwaki, rozległe stłuczenia, a nawet śmierć (Horak, 2006; Salassa i Zapala, 2009).

Badania wskazują, że przeciwdziałanie utracie równowagi jest skuteczne tylko, gdy w czasie 70–100 ms układ nerwowy zdoła zidentyfikować bodziec destabilizujący oraz wykonać zbiór typowych wzorców oraz synergii mięśniowych przywracających równowagę bazującą na szybkich automatycznych reakcjach, wyrównując niestabilność (Adkin 2004; Horak 1989). Im większy jest zbiór wyżej wspomnianych wzorców, tym dłuższy jest proces selekcji odpowiedniej reakcji ruchowej (Boucher, Stuphorn, Logan, Schall, & Palmeri, 2007; Tao, Khan, & Blohm, 2018.). Gdy istnieje

konieczność dokonywania wyboru, znacznie maleje szybkość reakcji przywracających równowagę. Może to oznaczać, że utrzymanie równowagi będzie skuteczniejsze, jeśli potencjalne odruchy wykorzystywane do kompensowania równowagi zostaną zredukowane lub wytrenowane (Davis, Campbell, Adkin, & Carpenter, 2009; Zamysłowska-Szmytke & Śliwińska-Kowalska, 2012). Według badań, takie działania kompensacyjne można zauważyć zarówno u osób stojących na niestabilnym podłożu, znajdujących się na wysokościach, a także u osób starszych (Tejszerska, Świtoński, & Gzik, 2011; Zamysłowska-Szmytke, Śliwińska-Kowalska 2012).

Mechanizm działania systemu odpowiedzialnego za prawidłową kontrolę postawy ciała jest niejednoznaczny. Sugeruje się, że u pracowników wysokościowych dochodzi do zwiększenia automatyzacji systemu odpowiedzialnego za stabilność posturalną (Redfern, Yardley, Bronstein, 2001, Huweler i wsp. 2009).

Warunki podwyższonego zagrożenia podczas utrzymania wyprostowanej postawy ciała, bezpośrednio wpływają na zwiększenie kontroli pozycji ciała (Brown, 2002; Huffman, Horslen, Carpenter, & Adkin, 2009). Na podstawie dostępnych wyników związanych z ryzykiem upadku można stwierdzić, że ludzie kontrolują swoją postawę poprzez wzrost aktywności nerwowo-mięśniowej mięśni kończyn dolnych, a także poprzez usztywnienie stawu skokowego (Adkin, Frank, Carpenter, & Peysar, 2000, Vuillerme & Nafati, 2007). Carpenter, Adkin, Brawley i Frank (2006) zauważyli, że zarówno starsze, jak i młode osoby dorosłe stosują tę samą strategię usztywnienia stawu skokowego, aby poradzić sobie ze zwiększonym lękiem i obniżonym poziomem ufności związanym z przebywaniem na wysokości powyżej 0,4 metra. Dowody wskazują, że stan fizjologiczny, stan lęku i sprawność równowagi są związane ze specyficznymi zmianami postawy i zwiększonej równowagi (Carpenter, Adkin, Brawley, & Frank, 2006). Min, Kim, & Parnianpour (2012), badali wpływ wysokości rusztowań na efekty bezpieczeństwa, biorąc pod uwagę subiektywną i obiektywną ocenę stabilności postawy oraz stres sercowo-naczyniowy u początkujących i zaawansowanych pracowników budowlanych. Wykazano, że stabilność posturalna pracowników z mniejszym doświadczeniem uległa obniżeniu w przypadku wyższej wysokości rusztowania i braku poręczy, podczas gdy stres układu sercowo-naczyniowego i subiektywna trudność utrzymania równowagi wzrosła. DiDomenico, McGorry, Huang and Blair (2010) przeprowadzili analizę percepcji

stabilności posturalnej wśród pracowników budowlanych, w trakcie przechodzenia z typowych pozycji wykorzystywanych w pracy do pozycji stojącej. Badaniami objęto grupę 183 mężczyzn i 6 kobiet (od 18 do 63 lat). Starsi uczestnicy mieli lepsze wyniki w zadaniach, w których wykorzystywano typowe pozycje dla prac budowlanych. Nie było jednak statystycznych różnic między starszymi i młodszymi pracownikami w odniesieniu do poszczególnych zadań. Autorzy sugerowali, że miejsce pracy i zmiana pozycji podczas wykonywania danego zadania wpływa na stabilność postawy podczas stania, niezależnie od branży budowlanej czy wieku pracownika.

Punakallio (2003) badał wpływ wieku, zawodu i aktywności fizycznej na stabilność funkcjonalną i posturalną pracowników fizycznych. Analizą objęto strażaków (mężczyźni, n=69), robotników budowlanych (mężczyźni, n=52), personel pielęgniarski (kobiety, n=51) oraz pracowników opieki domowej (kobiety, n=66). Wiek respondentów wynosił od 23 do 61 lat. Stabilność została przetestowana za pomocą platformy siłowej. Ponadto oceniano także równowagę funkcjonalną za pomocą chodzenia po drewnianej desce. Pracownicy budowlani osiągnęli lepsze wyniki niż strażacy, a obie grupy miały lepszą równowagę funkcjonalną i charakteryzowały się wyższym poziomem aktywności fizycznej niż personel domowy i pielęgniarski.

Podobne wnioski wynikają z badań Prioli, Freitas Júnior i Barela (2005), którzy analizowali wpływ aktywności fizycznej na kontrolę postawy osób starszych oraz związek między informacją wizualną a równowagą ciała. Badaniem objęto 16 nieaktywnych fizycznie osób starszych, 16 aktywnych osób starszych i 16 młodych osób dorosłych (odpowiednio: 63,3, 64,3 i 21,7 lat). Osoby nieaktywne w podeszłym wieku miały większe trudności z rozróżnianiem i integracją informacji sensorycznych niż osoby starsze i młode. Stwierdzono, że aktywność fizyczna wydaje się pomagać w utrzymaniu odpowiedniego poziomu kontroli postawy i interakcji sensorycznej. Wiek i brak aktywności fizycznej mogą być odpowiedzialne za niewystarczającą kontrolę postawy i odwrotnie; aktywność fizyczna może modulować kontrolę postawy osób w każdym wieku.

Świat, w którym żyjemy, ulega ciągłym przeobrażeniom, a kolejne nowe odkrycia naukowe i technologie pozwalają na wprowadzanie coraz bardziej nowoczesnych rozwiązań w wielu dziedzinach: medycynie, farmacji, informatyce, lotnictwie, biotechnologii, budownictwie. Nowa technologia, wykorzystywana do tej pory przede wszystkim do gier i rozrywki znalazła swoje zastosowanie również podczas treningów

(Donath, Rossler, Faude 2016). Wykorzystując nowoczesne technologie możemy skuteczniej trenować i wzmacniać poszczególne partie ciała oraz w prosty sposób dostosowywać trening do indywidualnych możliwości oraz potrzeb. Niezwykle popularnym w ostatnim czasie sprzętem treningowym stały się platformy umożliwiające ćwiczenia z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości, odtwarzające naturalne poczucie niestabilności, dzięki któremu ciało zmuszone jest do wykonania większej pracy (Rizzo, 2002). Można w ten sposób ćwiczyć mięśnie, stymulować zdolność reakcji oraz kształtować równowagę ciała. Trening z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości jest coraz szerzej stosowanym narzędziem nie tylko w celu poprawy równowagi i sprawności fizycznej, ale również w rehabilitacji neurologicznej, zarówno w przypadku deficytów czuciowo-ruchowych jak i zaburzeń funkcji poznawczych np. w chorobie Parkinsona (Esculier et al., 2012).

Trening tego typu może przynieść dodatkowe efekty w stosunku do osiągniętych podczas standardowych ćwiczeń równoważnych, co można przewidywać na podstawie badań dotyczących osób chorych. Przykładowo Bugajski i Czernecki (2013) analizowali wpływ ćwiczeń na platformie balansowej z wykorzystaniem biologicznego sprzężenia zwrotnego na reedukację chodu osób po udarze mózgu. Badacze stwierdzili istotną statystycznie różnicę w wartościach siły nacisku „zdrowej” kończyny po 3 tygodniach rehabilitacji pomiędzy pacjentami ćwiczącymi i niećwiczącymi na platformie balansowej. Różnice można było zauważyć zarówno u pacjentów do pół roku od udaru mózgu, jak i u pacjentów powyżej pół roku od udaru mózgu.

Amritha i wsp. badali efekt wykorzystania platformy balansowej, która zapewnia statyczne i dynamiczne treningi równowagi poprzez interaktywne gry z wirtualną rzeczywistością dla osób z zaburzeniami równowagi. Celem był pozytywny wpływ na czynności życia codziennego (ADL) pacjentów cierpiących na zaburzenia równowagi. Badania wykazały, że treningu równowagi z wykorzystaniem platformy balansowej znacznie poprawia poziom stabilności posturalnej i wpływa pozytywnie na czynności dnia codziennego.

Również Schwenk i wsp. przeprowadzili badania pilotażowe u osób starszych interaktywnego treningu równowagi opartego na czujnikach wizualnego sprzężenia zwrotnego ruchu. Wyniki badania sugerują, że osoby starsze zagrożone upadkiem

mogą skorzystać z programu treningu równowagi. Ponadto trening ten może w przyszłości wspomagać tradycyjne treningi równowagi lub całkowicie je zastąpić.

Srivastava i wsp. analizowali rolę treningu równowagi na platformie Force Platform with Visual Feedback (FPVF) w celu poprawy równowagi i wyników czynnościowych u osób po przewlekłym udarze. Wyniki badań wykazały, że trening równowagi techniką FPVF znacznie poprawia równowagę i funkcjonalny wynik nawet w fazie przewlekłej po udarze.

Trening na platformie ma na celu stymulację elementów układu ruchu i układu nerwowego odpowiedzialnych m.in. za kontrolę równowagi. Badania dowodzą, że trening ten może być pozytywnie zastosowany zarówno u pacjentów po udarze mózgu, jak i osób zdrowych (Ciou i wsp. 2015; Kalron, 2016; Ko, 2015; Kümmel, Kramer, Giboin, & Gruber, 2016; Maciaszek, 2018) Brak jest jednak badań dotyczących efektów treningu proprioceptywnego z wykorzystaniem platformy balansowej na poszczególne parametry stabilności posturalnej u pracowników wysokościowych. Trening na platformie może wywoływać wiele pozytywnych efektów, które zdają się być trudne do osiągnięcia podczas normalnych ćwiczeń równoważnych.

Przeanalizowano aktualne doniesienia naukowe dotyczące możliwych wskazań, korzyści i ograniczeń stosowania wirtualnej rzeczywistości w ocenie poziomu stabilności posturalnej.

Nie stwierdzono żadnych prac dotyczących stabilność posturalnej oraz jej zmian pod wpływem treningu proprioceptywnego z wykorzystaniem rzeczywistości wirtualnej u pracowników wysokościowych. Niejednoznaczny jest też, wpływ warunków pracy oraz wieloletniego doświadczenia pracowników wysokościowych na poziom ich stabilności posturalnej. W związku z tym cenne wydaje się być zbadanie poziomu stabilności posturalnej, aktywności fizycznej i efektów treningu równowagi u pracowników wysokościowych. Być może poprawa poziomu stabilności posturalnej pracowników wysokościowych pod wpływem treningu proprioceptywnego z wykorzystaniem rzeczywistości wirtualnej wpłynie pozytywnie, na jakość i bezpieczeństwo w pracy oraz zapobieganie upadkom i urazom.

Zawarte w projekcie założenia dotyczą ważnych ze względów społecznych i medycznych zagadnień sprawności funkcjonalnej pracowników wysokościowych. Utrzymanie właściwej sprawności lokomocyjnej i odpowiedniego poziomu stabilności

posturalnej w tej grupie pracowników może zapobiegać wypadkom, zmniejszać ryzyko urazów i upadków, a w konsekwencji zapobiegać niepełnosprawności lub śmierci. Konieczne są dalsze badania w celu oceny skuteczności i bezpieczeństwa zastosowania treningu z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości u pracowników wysokościowych.

2. Cele i Hipotezy

2.1. Cele pracy

Celem pracy jest ocena wpływu aktywności fizycznej i treningu proprioceptywnego z wykorzystaniem platformy balansowej na stabilności posturalną pracowników wysokościowych.

Na podstawie celu ogólnego badań sformułowano następujące cele szczegółowe:

1. Ocena poziomu stabilności posturalnej u pracowników wysokościowych.
2. Ocena zmian poziomu stabilności posturalnej po treningu na platformie balansowej u pracowników wysokościowych.
3. Ocena wpływu stażu pracy na poziom stabilności posturalnej pracowników wysokościowych.
4. Ocena wpływu aktywności fizycznej na poziom stabilności posturalnej oraz wynik treningu proprioceptywnego.
5. Ocena zależności między ewentualnymi zmianami stabilności wynikającymi z treningu a wiekiem, oraz charakterystykami somatycznymi.
6. Ocena wpływu wyjściowego poziomu stabilności posturalnej na wielkość zmian potreningowych.

2.2. Hipotezy badawcze

Dla realizacji powyższych celów przeprowadzono eksperyment, w którym będą porównywane efekty interwencji w postaci treningu proprioceptywnego z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości pomiędzy pracownikami wysokościowymi a grupą kontrolną. Weryfikacji poddane zostaną następujące hipotezy:

1. Wyższym poziomem stabilności posturalnej charakteryzuje się grupa pracowników wysokościowych.
2. Trening propriocepcji z wykorzystaniem platformy balansowej wpływa efektywnie na poziom stabilności posturalnej obu grup.
3. Wyższy poziom stabilności posturalnej pracowników wysokościowych jest związanych z większym stażem pracy.
4. Poziom aktywności fizycznej jest dodatnio skorelowany z poziomem stabilności posturalnej oraz wynikiem treningu proprioceptywnego.
5. U osób starszych i o niższym BMI obserwuje się większe pozytywne zmiany poziomu stabilności posturalnej po zastosowaniu treningu proprioceptywnego.
6. Większe pozytywne zmiany uzyskuje się u osób o niższym wyjściowym poziomie stabilności posturalnej.

3. Metody badań

3.1. Charakterystyka badanych osób

Planuje się zbadać grupę około 20 zdrowych mężczyzn pracujących na wysokościach. Jako grupa kontrolna zbadanych zostanie około 20 pracowników biurowych. Do badań zakwalifikowani zostaną mężczyźni między 25 – 50 rokiem życia oceniający swój stan zdrowotny i funkcjonalny dobrze lub bardzo dobrze. Warunkiem przystąpienia do badań jest również pisemna zgoda uczestników.

3.2. Metody badawcze

3.2.1. Ogólny schemat badań

Respondenci przez okres 4 tygodni uczestniczyć będą w treningach na platformie balansowej. Treningi będą odbywały się 2 razy w tygodniu. Badania poziomu stabilności posturalnej będą wykonane przed rozpoczęciem treningów i po upływie 4 tygodni. Podczas każdego treningu proprioceptywnego oceniony zostanie także, czas potrzeby do adaptacji do niestabilnego podłoża. W grupie kontrolnej zostaną zastosowane takie same procedury jak w grupie badanej.

Wśród badanych przeprowadzony zostanie także wywiad chorobowy, oraz oceniony ogólny stan zdrowia i samopoczucia.

Przed eksperymentem przeprowadzone zostaną również badania uzupełniające związane z sprawnością funkcjonalną oraz budową i składem ciała. W celu oceny poziomu aktywności fizycznej badany proszony będzie o udzielenie odpowiedzi zawartych w kwestionariuszu Baecke'a. Obiektywna ocena poziomu aktywności fizycznej zostanie przeprowadzona przy użyciu urządzenia CALTRAC.

Dokonane będą również pomiary charakterystyk somatycznych tj. pomiar wysokości i masy ciała oraz obliczenie BMI (Body Mass Index).

Badania sprawności funkcjonalnej respondentów zostaną przeprowadzone na terenie Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu, w Zakładzie Nauk o Aktywności Fizycznej i Promocji Zdrowia.

3.2.2. Procedury badań początkowych

Przed przystąpieniem do eksperymentu uczestnicy zostaną zbadani pod kątem:

a) Poziomu aktywności fizycznej:

- Przy użyciu kwestionariusza Baecke'a

Kwestionariusz służy do pomiaru aktywności fizycznej zwykłego człowieka. Elementy aktywności zostaną określone za pomocą opisowej metody badawczej. Pierwszym z nich jest aktywność w pracy. Wynikiem pierwszej części kwestionariusza jest średnia arytmetyczna uzyskana z 8 zadanych pytań. Druga i trzecia część dotyczy kolejno aktywności sportowej (np. jogging, pływanie, itp.), a także wypoczynku. Wynik ustalane zostaną na podstawie wzoru oraz dołączonych do kwestionariusza kodów związanych z intensywnością i czasem trwania aktywności.

- Przy użyciu urządzenia CALTRAC

CALTRAC to funkcjonalny mini-komputer wielkości pagera, zaprojektowany w celu dokonywania pomiaru ilości zużytych kalorii, zarówno podczas wysiłku, jak i w czasie spoczynku. Jest akcelerometrem, który analizuje dynamikę ruchu, wysyłając sygnały do mikroprocesora, obliczającego ilość zużytych kalorii. Po wprowadzeniu danych osobowych, takich jak: płeć, wiek, wysokość i masa ciała, aparat ustala pozycję wyjściową - podstawową przemianę materii (BMR). Badani będą nosili urządzenie na pasku spodni, w okolicy biodra przez okres tygodnia (wyłączając czas snu i kąpieli).

b) Charakterystyk somatycznych:

- Pomiar wysokości i masy ciała oraz obliczenie BMI (Body Mass Index)
- Pomiar obwodu talii i bioder oraz obliczenie wskaźnika WHR (waist to hip ratio), który jest ilorazem obwodu talii do obwodu bioder.
- Skład ciała - analiza impedancji bioelektrycznej (BIA, ang. bioelectrical impedance analysis). Do oszacowania składu ciała zamierza się wykorzystać analizator 101/S włoskiej firmy Akern (częstotliwość 50 kHz, natężenie 800 μ A). Pod uwagę będzie brana procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (FM – ang. fat mass) w stosunku do masy całkowitej ciała. Badania, zgodnie z zaleceniami, przeprowadzane będą na minimum 3 godziny po jedzeniu, w pozycji leżącej, na powierzchni nieprzewodzącej prądu. Elektrody zostaną umieszczone na ręce i stopie osoby badanej (zawsze po prawej stronie).

c) Stabilności posturalnej:

Do pomiaru stabilności posturalnej będzie wykorzystany dwupłytowy posturograf oraz testy funkcjonalne.

- Dwupłytyowy posturograf

Platforma analizuje zmiany położeniu środka nacisku ciała (COP). Platforma będzie znajdować się na płaskiej, twardej powierzchni (podłoga pomieszczenia pomiarowego). Do pomiarów badani będą przystępowali na bosy. Każdorazowo przed rozpoczęciem próby osoby badani będą proszeni o przyjęcie pozycji stojącej na platformie z kończynami górnymi opuszczonymi swobodnie wzdłuż ciała. Ustawienie stóp powinno być zbliżone do naturalnego. Badani będą stali na platformie z umieszczonymi w narożnikach czujnikami tensometrycznymi rejestrującymi centralny nacisk stóp na podłogę, a także jego przemieszczenia w osi strzałkowej X tj. lewo-prawo i czołowej Y tj. przód-tył. Jest, zatem rejestrowany jako punkt oraz jako parametr dynamiczny zmieniający położenie w jednostce czasu. Każda próba będzie trwała 30 sekund.

Testy statokinezyometryczne przeprowadzane będą przy oczach otwartych, a następnie przy oczach zamkniętych.

- Test stania na jednej nodze

Stanie na jednej nodze z oczami otwartymi i zamkniętymi: test ocenia równowagę w pozycji statycznej. Przeprowadzany w celu oceny równowagi z kontrolą i bez kontroli wzroku.

Pozycja wyjściowa badanego: stojąca w takiej odległości by nie przeszkadzać w trakcie wykonania próby.

Sposób wykonania: badany stoi prosto, ręce opuszczone wzdłuż bioder. Uczestnik testu z otwartymi oczami stoi na jednej nodze, następnie taką samą próbę wykonuje z oczami zamkniętymi. Odliczanie czasu powinno zostać zatrzymane, gdy podniesiona noga dotknie podłogi lub gdy badany oderwie ręce od ciała, aby ustabilizować pozycję.

Interpretacja: Przyjęto, że badany wykonuje test prawidłowo z otwartymi oczami przez 45 sekund i odpowiednio z zamkniętymi oczami przez 15 sekund (Zasadzka, Wieczorowska-Tobis 2012).

- Test Romberga

Pozycja wyjściowa osoby badanej: stojąca stopy złączone.

Pozycja wyjściowa badanego: stojąca w takiej odległości by nie przeszkadzać w trakcie wykonania próby.

Sposób wykonania: badany unosi kończyny górne do kąta 90°, stawy łokciowe wyprostowane, przedramiona w supinacji. W tej pozycji badany stoi z oczami otwartymi około 1 min, a następnie powtarza próbę przy oczach zamkniętych.

Interpretacja: w warunkach prawidłowych badany zarówno pod kontrolą wzroku jak i z zamkniętymi oczami jest w stanie ustać w tej pozycji. Dodatnia próba wyrażona zbaczeniem i opadaniem jednego z ramion, chwianiem się, zataczaniem lub nawet niemożnością przyjęcia pozycji wyjściowej do testu wskazuje na uszkodzenie aparatu przedsionkowego lub mózdzku.

Prawidłowe wykonanie testu z oczami otwartymi, a pojawienie się wyraźnych zaburzeń równowagi przy oczach zamkniętych przemawia za uszkodzeniem sznurów tylnych rdzenia kręgowego.

- 3 pkt - próba wykonana prawidłowo
- 0 pkt - niewykonanie próby

- Próba kroków Unterbergera

Pozycja wyjściowa osoby badanej: stojąca.

Pozycja wyjściowa badanego: stojąca w takiej odległości by nie przeszkadzać w trakcie wykonania próby.

Sposób wykonania: badany z zamkniętymi oczami wykonuje 50 kroków z wysokim unoszeniem kolan.

Interpretacja: w warunkach prawidłowych osoba badana tylko nieznacznie zmienia kierunek chodu w miejscu (dopuszczalne jest zбочenie od pierwotnego kierunku o 45°). Wyraźna zmiana kierunku przemawia za błędnikowym pochodzeniem zaburzeń równowagi.

Zataczanie się jedno- lub obustronne wskazuje na mózdkowe podłoże zaburzeń równowagi.

- 3 pkt - zmiana kierunku chodu do 45°
- 0 pkt - niewykonanie próby

- Próba chodu „gwieździstego” Babińskiego - Weila

Pozycja wyjściowa osoby badanej: stojąca.

Pozycja wyjściowa badanego: stojąca w takiej odległości by nie przeszkadzać w trakcie wykonania próby.

Sposób wykonania: badany z zamkniętymi oczami wykonuje dwa kroki do przodu i dwa kroki do tyłu – powtarza czynność, przez co najmniej 1 min.

Interpretacja: W warunkach prawidłowych osoba badana tylko nieznacznie odchyła tor wykonywanych kroków od początkowej pozycji wyjściowej. W zaburzeniach równowagi pochodzenia błędnikowego i/lub mózdkowego badany będzie wyraźnie zbaczać w kierunku ogniska chorobowego. W poważniejszych uszkodzeniach mózdku ujawni się ataksja mózdkowa – badany będzie się zataczać lub wręcz nie będzie w stanie wykonać próby bez kontroli wzrokowej.

- 3 pkt.- próba wykonana prawidłowo
- 2 pkt.- wychylenia powyżej 45°
- 1 pkt.- wychylenia powyżej 90°
- 0 pkt.- niewykonanie próby

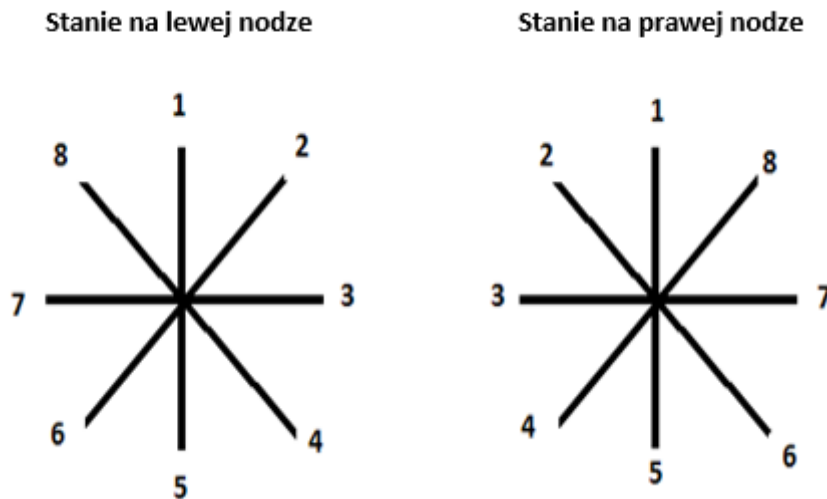
- Start Excursion balance test (SEBT)

Przed wykonaniem SEBT wymagana jest niewielka liczba ustawień. Cztery paski taśmy sportowej będą musiały być cięte na długość 6-8 stóp każda. Dwa kawałki zostaną użyte do utworzenia symbolu "+", a pozostałe dwa zostaną umieszczone na górze, tworząc "x" tak, aby powstał kształt gwiazdy. Ważne jest, aby wszystkie linie były oddzielone od siebie kątem 45 °. Celem SEBT jest zachowanie pojedynczej pozycji nogi na jednej nodze, a przy jak najdalej idącym odcinku nogi.

Osoba wykonująca test musi utrzymywać równowagę na jednej nodze, a drugą nogą, aby osiągnąć jak najwięcej w 8 różnych kierunkach. Osoba (na przykład na lewej nodze) musi sięgać 8 różnych pozycji, jeden raz w każdym z następujących wskazówek: przedni, przedramienny, środkowy, posteromedialny, tylny, tylny, boczny i tylny. Przedwczesne, tylne i tylnoboczne kierunki wydają się istotne dla identyfikacji osób z przewlekłą niestabilnością stawu skokowego i sportowców, którzy mają większe ryzyko uszkodzenia kończyny dolnej.

Kiedy osoba wykazuje znacznie mniejszy zasięg, stojąc na uszkodzonej kończynie, w porównaniu ze staniem na zdrowej kończynie, test Star Balance przeprowadza testy równowagi, wskazując na utratę dynamicznej kontroli postawy.

Badanie pierwotnie zakładało się w ośmiu kierunkach, stojąc na każdej stopie, ale analiza czynników wskazywała, że kierunek w szczególności docierał do określonego kierunku (posteromedial), był w stanie dokładnie zidentyfikować osoby z przewlekłą niestabilnością kostki, a także wykonywać wszystkie osiem kierunków.



- Functional Reach test (FR)

Test polega na ocenie zdolności do utrzymania środka ciężkości w położeniu równowagi podczas wychylania ciała, „sięgania po coś”. Jedyнным narzędziem potrzebnym do przeprowadzenia testu jest linijka umieszczona na wysokości barków. Badany jest poproszony, aby stać z nogami w dogodnej odległości od siebie, ramie zgięte do około 90 stopni. Badany jest proszony o wysunięcie ramion do przodu jak najdalej, nie robiąc kroku ani nie dotykając ściany. Wynikiem jest odległość mierzona między startem a punktem końcowym. Odległości mierzy się od trzeciego palca.

3.2.3. Procedury badań experimentalnych

Do badań zostanie użyta platforma balansowa – Sigma, która jest nowoczesnym urządzeniem do treningu propriocepcji. Została wyposażona w niezależny system oceny kąta wychylenia przy użyciu specjalistycznego czujnika rejestrującego każdą zmianę pozycji platformy, przetwarzającego te zmiany na odpowiedni sygnał wyjściowy i przekazujący dane w czasie rzeczywistym do komputera z oprogramowaniem. Przekaz ten odbywa się bezprzewodowo. Jako

elementy dodatkowe zostaną wykorzystane dźwiękowa i wizualna informacja zwrotna dla ćwiczącego – biofeedback, oraz gry video pozwalające na ćwiczenie poprzez zabawę.

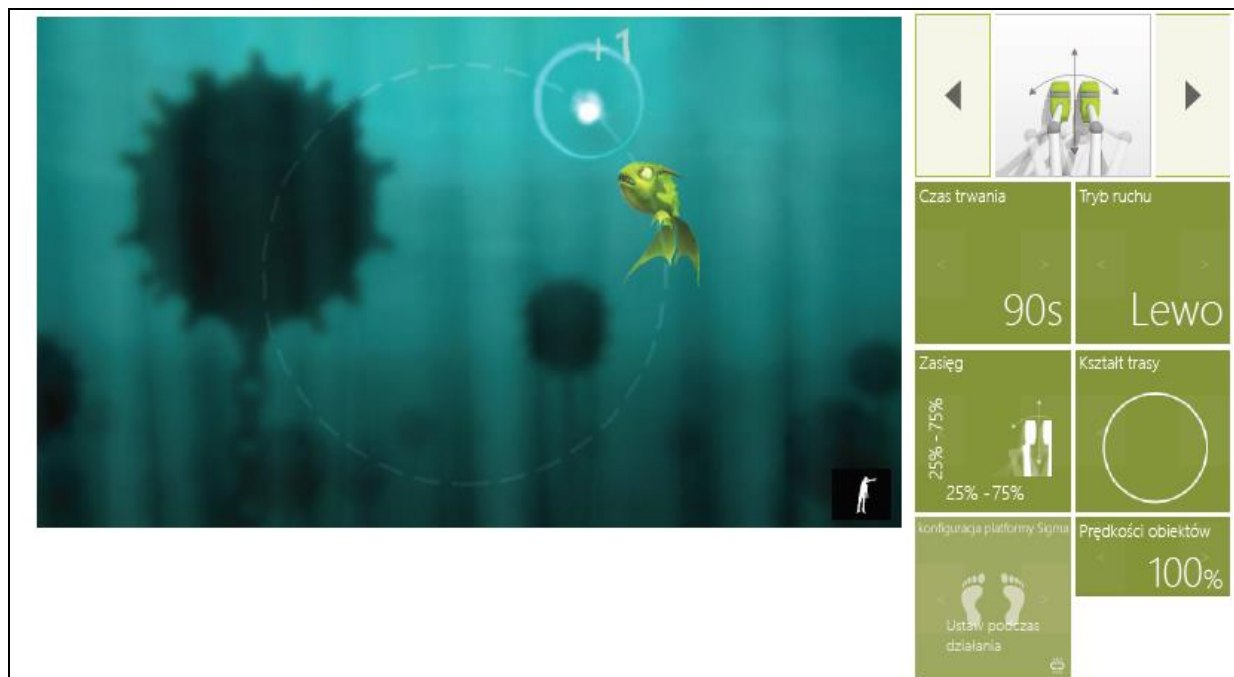
U badanych zostanie przeprowadzony specjalistyczny trening proprioceptywny, z wykorzystaniem ćwiczeń:

- w jednej płaszczyźnie (strzałkowej lub czołowej)
- w dwóch płaszczyznach
- w pozycji siedzącej
- w pozycji stojącej
- jednonóż
- obunóż

Ćwiczenia na platformie zostaną rozpoczęte od tych najprostszyc, które każdy jest w stanie wykonać, a następnie badani przystąpią do bardziej złożonych i skomplikowanych ćwiczeń. Badani będą zaczynać ćwiczenia od zwykłego stania na platformie i utrzymywania równowagi tak, aby krawędzie dysku nie dotykały podłoża. Badany staje na platformie obunóż tak, aby stopy znajdowały się po przeciwnych stronach dysku, równolegle do siebie. Początkowo badani będą się przechylać, a nawet spadać z platformy jednakże z czasem zmysł równowagi ulegnie poprawie i będą w stanie utrzymać się na niej przez dłuższy czas. Następnym etapem jest wykonanie tego samego ćwiczenia z zamkniętymi oczami. Badani mogą również kontrolować ruch platformy przechylając go na prawo i lewo lub w przód i do tyłu. Po ćwiczeniach wstępnych badani przystąpią do ćwiczeń głównych, które będą wykonywać podczas każdego kolejnego treningu.

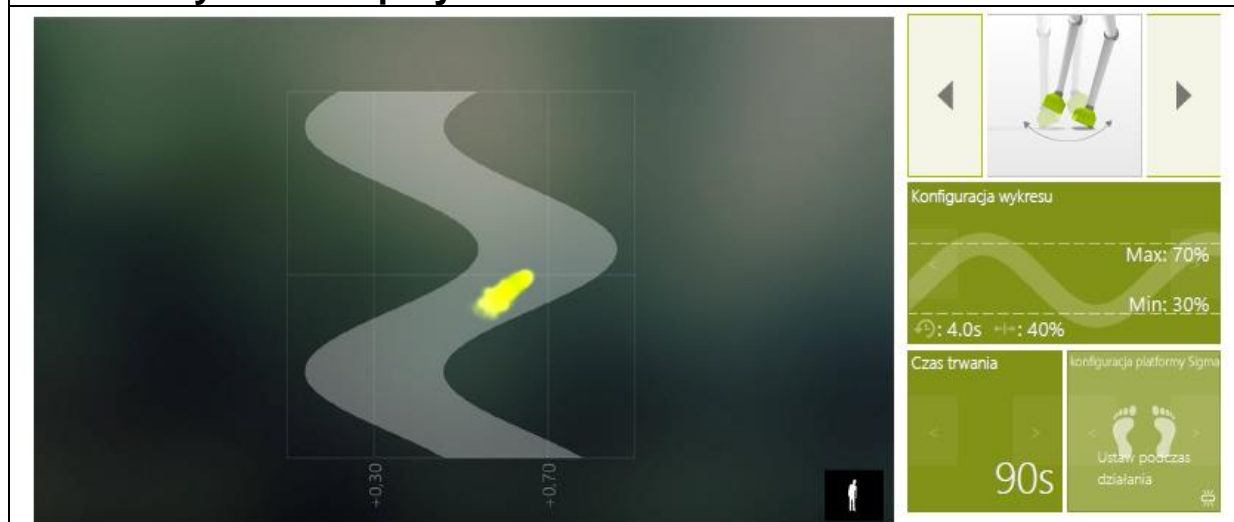
Tab.1. Przykładowe schemat ćwiczeń na platformie.

L p.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
1.	Rybka	<ul style="list-style-type: none"> • Powtarzanie ruchów w przestrzeni 3D • Ruchy planowane • Wzmocnienie siły mięśniowej • Precyzja ruchów • Koordynacja wzrokowo ruchowa 	Poruszaj niebieskim okręgiem, aby chronić źródło iskier przed rybką. Źródło iskier jest bezpieczne, gdy znajduje się w środku okręgu.
Metoda wykonania- przykładowe ustawienie			



L p.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
2.	Wykres	<ul style="list-style-type: none"> • Precyzja ruchów • Aktywność w zadanym rytmie • Ruchy powtarzające się • Unoszenie rąk 	Staraj się trzymać w granicach drogi

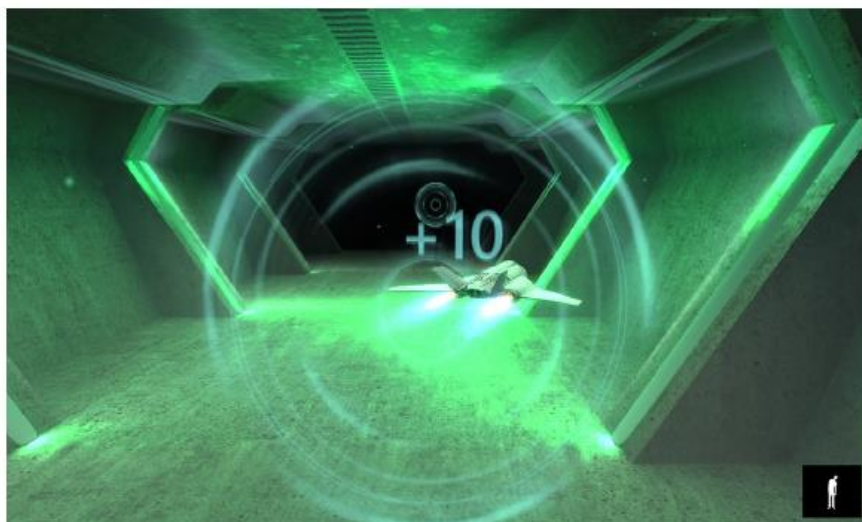
Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



L p.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
3.	Samolot	<ul style="list-style-type: none"> • Skupienie • Spostrzegawczość • Precyzja ruchów • Przewidywanie trajektorii poruszania się obiektów w przestrzeni 3D • Ćwiczenie balansu i 	Leć samolotem przez okręgi. Im bliżej środka przeleciysz, tym więcej punktów zdobędziesz

		równowagi	
--	--	-----------	--

Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



Lp.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
4.	Kamienie	<ul style="list-style-type: none"> • Spostrzegawczość • Dynamika ruchów planowanych • Reakcja na pozytywne bodźce wizualne • Reakcja na negatywne bodźce wizualne 	Spychaj kolorowe stwory statkiem kosmicznym i unikaj skał.

Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



Lp.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Metoda wykonania
5.	Młot	<ul style="list-style-type: none"> • Planowanie i strategia • Chodzenie na boki • Ćwiczenie balansu i równowagi • Szybkość podejmowania 	Uderzaj płonące beczki, tak szybko jak to tylko możliwe. Następnie powrót do środka

		decyzji	
--	--	---------	--

Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



◀ ▶

Aktywne pozycje

Czas trwania

90s

Zasięg

25% - 75%

25% - 75%

konfiguracja platformy Sigma

Ustaw podczas działania

Czas reakcji

10s

Wielkość celownika

125%

Lp.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
6.	Ucieczka	<ul style="list-style-type: none"> Przewidywanie trajektorii poruszania się obiektów w przestrzeni 3D Reakcja na negatywne bodźce wizualne Skupienie Spostrzegawczość Ćwiczenie balansu i równowagi 	Trzymaj się z dala od wielkich robotów

Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



◀ ▶

Czas trwania

Zasięg

90s

0% - 100%

0% - 100%

konfiguracja platformy Sigma

Ustaw podczas działania

Liczba wrogów

2

Prędkość wrogów

100%

Lp.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
		• Podzielność uwagi	Użyj armaty, aby zniszczyć roboty i

7.	Automatyczne działko	<ul style="list-style-type: none"> • Ruchy spontaniczne • Wymachy ramion • Wzmocnienie siły mięśniowej 	unikaj uderzenia w słońce.
----	-----------------------------	---	----------------------------

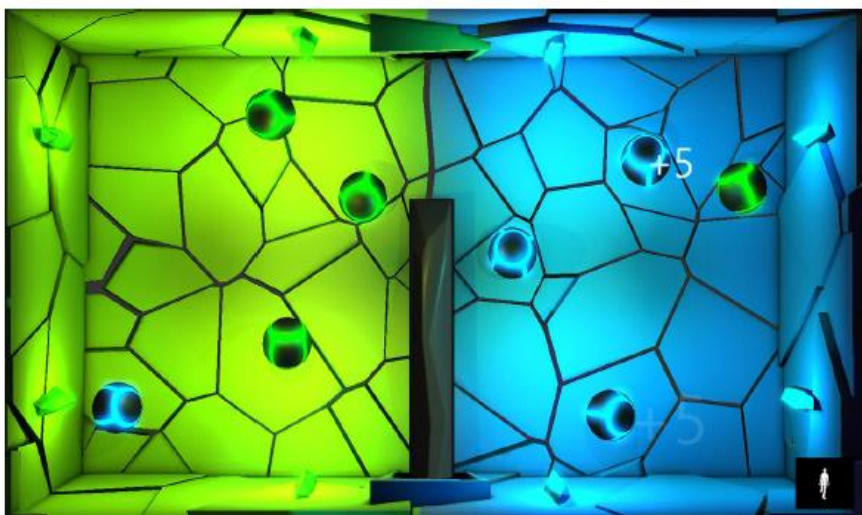
Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



Czas trwania	Konfiguracja platformy Sigma
90s	Ustaw podczas działania
Włącz przeszkody	Czas między kulami
True	1s
Czas między wrogami	Prędkość wrogów
3s	50%

Lp.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
8.	Sorter	<ul style="list-style-type: none"> • Przewidywanie trajektorii poruszania się obiektów • Skupienie • Spostrzegawczość • Precyzja ruchów 	Niebieskie piłki muszą znaleźć się na niebieskiej stronie a zielone na zielonej stronie.

Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



Czas trwania	Zasięg
90s	25% - 75%
Konfiguracja platformy Sigma	Liczba obiektów
Ustaw podczas działania	8
	Rozmiar szczeliny
	150%
Prędkości obiektów	
100%	

Lp.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
9.	Ciężarówka	<ul style="list-style-type: none"> • Zadania logiczne • Skupienie 	Zapamiętaj przejeżdżające samochody. Zdecyduj, czy

	• Spostrzegawczość	aktualny samochód jest dokładnie taki sam jak poprzedni.
--	--------------------	--

Metoda wykonania- przykładowe ustawienie



Lp.	Nazwa ćwiczenia	Cel	Instrukcja dla pacjenta
10.	Odpoczynek	• Dłuższa przerwa między zadaniami terapeutycznymi. Przerwa zostanie zastosowana pomiędzy ćwiczeniami.	Odpocznij przez chwilę.

Metoda wykonania- przykładowe ustawienie

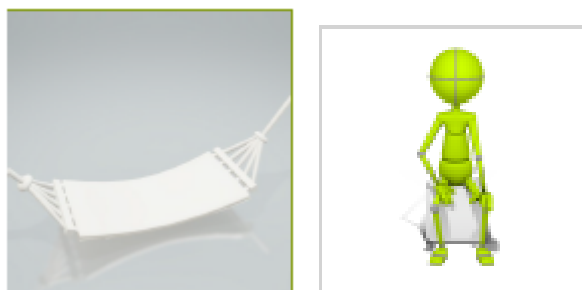


Tabela 1. Przykładowe schemat ćwiczeń na platformie.

Ćwiczenia na platformie balansowej wykonane będą w miejscu, w którym jest wolna przestrzeń i w razie spadnięcia z dysku nie będzie ryzyka urazów. Podczas prób osoba badana będzie asekurowana przez badacza, który oprócz fizycznej asekuracji będzie werbalnie kontrolował samopoczucie badanego.

3.2.4. Procedury badań końcowych

Po zakończeniu eksperymentu uczestnicy zostaną zbadani według procedur badań początkowych pod kątem:

- a) Stabilności posturalnej:

Do pomiaru stabilności posturalnej będzie wykorzystana, dwupłytowy posturograf oraz testy funkcjonalne :

- Dwupłytowy posturograf
- Test stania na jednej nodze
- Test Romberga
- Próba kroków Unterbergera
- Próba chodu „gwieździstego” Babińskiego - Weila
- Start Excursion balance test (SEBT)
- Functional Reach test (FR)

3.3. Metody statystyczne

W badaniach zamierza się wyliczyć średnie i odchylenia standardowe dla wszystkich zmiennych zależnych w poszczególnych grupach HW - pracownicy wysokości i OW - pracownicy biurowi.

Główne obliczenia związane z oceną zróżnicowania zmiennych zależnych zostaną dokonane w oparciu o metody analizy wariancji ANOVA (test F). Zamierza się zastosować analizę z uwzględnieniem rodzaju grupy (HW i OW) oraz dwóch terminów badań (wstępnych i końcowych). Aby określić korelację między zmiennymi, wykorzystany zostanie współczynnik r Pearsona. Za minimalny poziom istotności statystycznej przyjmuje się $p \leq 0,05$. Opracowanie badań przeprowadzone zostanie przy użyciu programu Statistica.

4. Sprawozdanie z badań pilotażowych

4.1. Grupa i metody badawcze

4.1.1. Charakterystyka badanych osób

Badaniem objęto grupę 17 zdrowych mężczyzn pracujących na wysokości (HW). Jako grupę kontrolną zbadano 17 pracowników biurowych (OW). Kryteria uczestnictwa były następujące: minimalny wiek 25 lat i umiejętności kontaktu werbalnego umożliwiające świadome, logiczne odpowiedzi oraz pełna mobilność. Tabela 1 przedstawia podstawowe cechy badanych grup mężczyzn. Grupy nie różniły się statystycznie po względem wiekiem i BMI (wskaźnik masy ciała).

Wszyscy uczestnicy zostali szczegółowo poinformowani o badaniu i udzielili pisemnej zgody na procedurę eksperymentalną. Badanie zostało zatwierdzone przez Komisję Bioetyczną Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu (decyzja nr 1111/16).

Tabela 1. Wartości średnie, odchylenia standardowe i różnice między grupami dla BMI i wieku

Zmienna	M (sd)	M (sd)	t	p
	HW	OW	df=32	
BMI [kg/m ²]	25,72(1,24)	26,46(2,77)	-1,01	0,322
Wiek [lata]	33,76(3,09)	32,24(5,52)	1,00	0,326

HW - pracownicy wysokościowi; OW - pracownicy biurowi.

4.1.2. Metody badawcze

Do oceny aktywności fizycznej wykorzystano kwestionariusz Baecke'a, który służy do pomiaru aktywności fizycznej w pracy (WI), aktywności sportowej (np. Joggingu, pływania) (SI) i wypoczynku (LI), a także całkowitego wskaźnika aktywności fizycznej (TI) (Baecke, Burema, & Frijters, 1982). Kwestionariusz jest rzetelny i miarodajny, aby zmierzyć nawykową aktywność fizyczną (Florindo i Latorre, 2003). Wynik został oparty na wzorach i kodach dołączonych do kwestionariusza reprezentujących intensywność i czas trwania działania (ustalono trzy poziomy

intensywności aktywności zawodowej, trzy poziomy intensywności sportu i pięć poziomów częstotliwości wykonywanych czynności).

Do oceny stabilności postawy wykorzystano test stania na jednej nodze z otwartymi oczami (OLST-EO) i zamkniętym (OLST-EC). Test ocenia równowagę w pozycji statycznej i jest przeprowadzany w celu oceny równowagi bez kontroli wzroku. Podmiot stoi wyprostowany, ramiona opuszczone wzdłuż bioder, najpierw na jednej nodze z otwartymi oczami, a następnie wykonuje ten sam test przy zamkniętych oczach. Odliczanie powinno zostać przerwane, gdy podniesiona noga dotknie podłogi lub gdy podmiot odsunie ręce od ciała, aby ustabilizować swoją pozycję.

Interpretacja: Zakłada się, że badany zdaje test z otwartymi oczami po 45 sekundach i później, z zamkniętymi oczami, po 15 sekundach (Zasadzka i Wieczorowska-Tobis, 2012).

4.1.3. Metody statystyczne

Poszczególne zmienne uzyskane w wyniku badań pilotażowych zostały opisane za pomocą podstawowych charakterystyk statystycznych. Test t-Studenta został wykorzystany dla danych niezależnych do oceny różnic między grupami w odniesieniu do zmiennych ilościowych (test stania na jednej nodze z oczami otwartymi i zamkniętymi, wskaźniki aktywności fizycznej, BMI, wiek). Aby określić korelację między zmiennymi, obliczono współczynniki r Pearsona, natomiast w celu porównania grup w odniesieniu do testu dotyczącego stania na jednej nodze z zamkniętymi oczami, pod kontrolą aktywności fizycznej zastosowano analizę kowariancji (ANCOVA). Obliczenia wykonano przy użyciu programu Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK).

4.2. Wybrane wyniki badań pilotażowych

Grupa HW uzyskała statystycznie istotnie wyższe wyniki w OLST z zamkniętymi oczami (Tabela 2). Korelacje między indeksem roboczym a całkowitym wskaźnikiem aktywności fizycznej i OLST z zamkniętymi oczami zostały uznane za statystycznie istotne (Tabela 3).

Różnice pomiędzy grupami i całkowitym poziomem aktywności fizycznej (współzmienną) wyjaśnia około 39% wariacji OLST-EC (skorygowany $R^2 = 0.386$).

Wpływ całkowitego indeksu aktywności fizycznej (współzmiennej) był istotny statystycznie ($F(1,31) = 10,01, p < 0,01, \eta^2 = 0,24$), a także efekt grupowy ($F(1,31) = 11,24, p < 0,01, \eta^2 = 0,27$). Grupa HW uzyskała znacznie wyższe wyniki w OLST z zamkniętymi oczami niż grupa OW pod kontrolą aktywności fizycznej (średnie skorygowane: grupa HW: $M = 10,37$, grupa OW: $M = 6,07$) (Rycina1).

Tabela 2. Wartości średnie, odchylenia standardowe i różnice między grupami dla wskaźników aktywności fizycznej i testów stabilności postawy

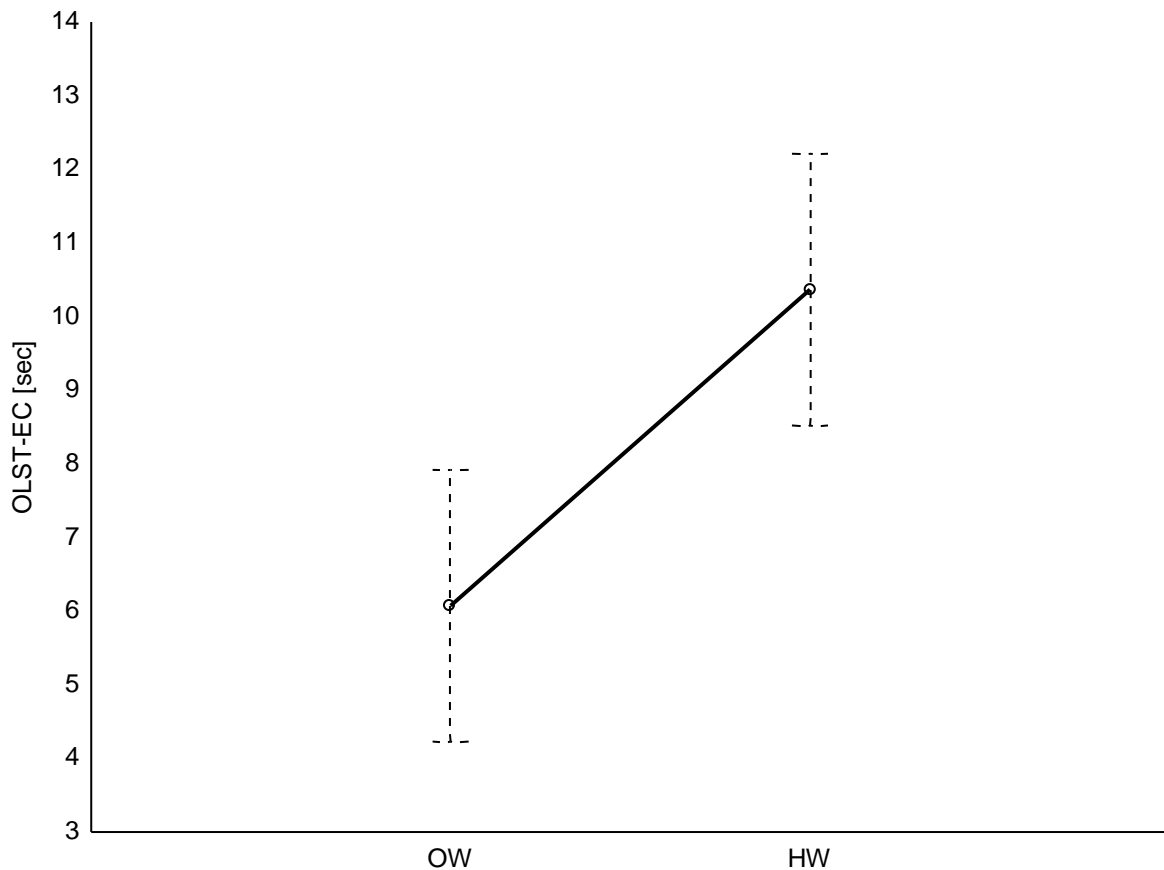
Zmienne	M (sd)	M (sd)	t	p
	HW	OW	df=32	
SI [pkt]	4,55(1,41)	4,59(1,10)	-0,09	0,930
WI [pkt]	3,71(0,51)	2,74(0,53)	5,43	0,000
LI [pkt]	2,53(0,43)	3,26(0,51)	-4,53	0,000
TI [pkt]	10,79(1,62)	10,60(1,47)	0,37	0,712
OLST-EO [s]	45,06 (10,14)	41,88(14,84)	0,73	0,471
OLST-EC [s]	10,50(5,24)	5,94(2,84)	3,15	0,004

Uwaga. HW - pracownicy wysokościowi; OW - pracownicy biurowi; SI - aktywność sportowa; WI - aktywność fizyczna w pracy; LI - aktywność fizyczna w czasie wolnym; TI - całkowity wskaźnik aktywności fizycznej; OLST-EO - test stania na jednej nodze z otwartymi oczami; OLST-EC - test stania na jednej nodze z zamkniętymi oczami.

Tabela 3. Korelacje między wskaźnikami aktywności fizycznej, wiekiem, BMI a wynikami testów stabilności postawy

Zmienne	OLST-EO [s]	OLST-EC [s]
WI [pkt]	-0,11	0,65***
SI [pkt]	0,16	0,25
LI [pkt]	-0,09	-0,10
TI [pkt]	0,04	0,46**
Wiek [lata]	-0,12	-0,01
BMI [kg/m ²]	0,20	-0,04

** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$; WI - aktywność fizyczna w pracy; SI - aktywność sportowa; LI - aktywność fizyczna w czasie wolnym; TI - całkowity wskaźnik aktywności fizycznej; OLST-EO - test stania na jednej nodze z otwartymi oczami; OLST-EC - test stania na jednej nodze z zamkniętymi oczami.



Rycina 1. Różnice między skorygowanymi średnimi dla testu stania na jednej nodze z oczami zamkniętymi (OLST-EC) dla pracowników biurowych (OW) i pracowników wysokościowych (HW).

4.3. Wnioski

Stwierdzono wyższy poziom stabilności posturalnej u osób pracujących na wysokościach w porównaniu do pracowników biurowych w teście stania na jednej nodze z oczami zamkniętymi oraz brak różnic w przypadku oczu otwartych. Jednocześnie, pomimo różnic w poszczególnych aspektach, ogólny poziom aktywności fizycznej był podobny. Może to wskazywać, że stabilność postawy zależy raczej od narażenia na warunki stresowe a nie od poziomu aktywności fizycznej.

5. Piśmiennictwo

1. Adkin, A. L., Frank, J. S., Carpenter, M. G., Peysar, G. W. (2000). Postural control is scaled to level of postural threat. *Gait and Posture*, 12(2), 87–93.
2. Amritha, N., Mahima, M. M., Namitha, K., Unnikrishnan, R., Harish, M. T., Sankaran Ravi, M. D., Bhavani, R., R. (2016). Design and development of balance training platform and games for people with balance impairments. *Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 2016 International Conference on Jaipur, India. DOI: 10.1109/ICACCI.2016.7732169
3. Baecke, J. A., Burema, J., Frijters, J.E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *American Journal of Clinical Nutrition*, 36(5), 936-42.
4. Brown, L. A., Sleik, R. J., Polych, M. A., Gage, W. H. (2002). Is the prioritization of postural control altered in conditions of postural threat in younger and older adults? *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(12), 785–92.
5. Boucher, L., Stuphorn, V., Logan, G.D., Schall, J. D., Palmeri, T. J. (2007). Stopping eye and hand movements: Are the processes independent? *Percept Psychophys*, 69(5), 785–801.
6. Bugajski, M., Czarnecki J. (2013). Evaluation effectiveness of exercises on the balance platform for using biofeedback to walking function in patients after stroke. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie Rzeszów*, 4, 439–447.
7. Carpenter, M. G., Adkin, A. L., Brawley, L. R., Frank, J. S. (2006). Postural, physiological, and psychological reactions to challenging balance: does age make a difference? *Age Ageing*, 35(3), 298–303.
8. Central Statistical Office (2012). Labor Market Monitoring; Accidents at work in 2012; Department of Demography and Labor Market Research. Retrieved from <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/warunki-pracy-wypadki-przy-pracy/wypadki-przy-pracy-monitoring-ryнку-pracy-w-2011-r-3,5.html>
9. Chau, J.Y., van der Ploeg, H. P., Merom, D., Chey, T., Bauman, A. E. (2012). Cross-sectional associations between occupational and leisure-time sitting, physical activity and obesity in working adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 54(3-4), 195–200.

10. Ciou, S. H., Hwang, Y. S., Chen, C. C., Chen, S. C., Chou, S. W., Chen, Y. L. (2015). Balance training using an interactive game to enhance the use of the affected side after stroke. *J Phys Ther Sci*, 27(12), 3855-61.
11. Clemes, S. A., O'Connell, S. E., Edwardson, C. L. (2014). Office Workers' Objectively Measured Sedentary Behavior and Physical Activity During and Outside Working Hours. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 56(3), 298–303.
12. Davis, J. R., Campbell, A. D., Adkin, A. L., Carpenter, M. G. (2009). The relationship between fear of falling and human postural control. *Gait Posture*, 29(2), 275–279.
13. DiDomenico, A., McGorry, R., Huang, Y., Blair, M. (2010). Perceptions of postural stability after transitioning to standing among construction workers. *Safety Science*, 48(2), 166–172.
14. Donath L., Rossler R., Faude O. (2016). Effects of Virtual Reality Training (Exergaming) Compared to Alternative Exercise Training and Passive Control on Standing Balance and Functional Mobility in Healthy Community-Dwelling Seniors: A Meta-Analytical Review. *Sports Medicine*, 46(9), p1293
15. Esculier J.-F., Vaudrin J., Bériault P., Gagnon K., Tremblay L.E. (2012). Home-based balance training programme using Wii Fit with balance board for Parkinson's disease: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(2), 144-150.
16. European Commission (2009). Causes and circumstances of accidents at work, European Commission DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, Luxembourg, 2009. Retrieved from <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=738&langId=en&pubId=207&furtherPubs=yes>
17. Florindo, A. A., Latorre, Mdo. R., (2003). Validation and reliability of the Baecke questionnaire for the evaluation of habitual physical activity in adult men. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9(3), 129–135.
18. Gatti, U. C., Giovanni, S. S., Migliaccio, C. (2014). Physiological condition monitoring of construction workers. *Automation in Construction*, 44, 227–233.
19. Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what we need to know about neural control of balance to prevent falls. *Age and Aging*, 35–S2, ii7–ii11.
20. Horak, F. B., Shupert, C. L., Mirka, A. (1989). Components of postural decontrol in the elderly: a review. *Neurobiology of Aging*, 55, 1369–1381

21. Huffman, J. L., Horslen, B. C., Carpenter, M. G., Adkin, A. L. (2009). Does increased postural threat lead to more conscious control of posture? *Gait & Posture*, 30(4), 528–532.
22. Huweler, R., Kandil, F. I., Alpers, G. W., Gerlach, A. L. (2009). The impact of visual flow stimulation on anxiety, dizziness, and body sway in individuals with and without fear of heights. *Behavior Research and Therapy*, 47(4), 345–352.
23. Kalron, A., Fonkatz, I., Frid, L., Baransi, H., Achiron, A. (2016). The effect of balance training on postural control in people with multiple sclerosis using the CAREN virtual reality system: a pilot randomized controlled trial. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*, 13, 1-10.
24. Ko, Y., Ha, H., Bae, Y. H., Lee, W. (2015). Effect of space balance 3D training using visual feedback on balance and mobility in acute stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 27: 1593–1596.
25. Kümmel, J., Kramer, A., Giboin, L. S. Gruber, M. (2016). Specificity of Balance Training in Healthy Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(9), 1261–1271.
26. Lee, J. Y., Nussbaum, M. A. (2012). Experienced workers exhibit distinct torso kinematics/kinetics and patterns of task dependency during repetitive lifts and lowers. *Ergonomic*, 55(12), 1535–1547.
27. Maciaszek, J. (2018). Effects of Posturographic Platform Biofeedback Training on the Static and Dynamic Balance of Older Stroke Patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.02.055>
28. Mousavi, S. Y. (2015). Sustainable high-rise building (Case study: three example of sustainable high-rise building in Iran). *Journal of Basic and Applied Research International*, 9(11), 2027-2033.
29. Min, S. N., Kim, J. Y., Parnianpour, M. (2012). The effects of safety handrails and the heights of scaffolds on the subjective and objective evaluation of postural stability and cardiovascular stress in novice and expert construction workers. *Applied Ergonomics*, 43(3), 574–581.
30. MZiOS Regulation 1996 on carrying out medical examinations for workers, the scope of preventive health care for workers, and medical certificates issued for the purposes set out in the Labor Code (Journal of Laws, No.69, item 332).
31. Prioli, A. C., Freitas Júnior, P. B., Barela, J. A. (2005). Physical Activity and Postural Control in the Elderly: Coupling between Visual Information and Body Sway. *Gerontology*, 51(3), 145–148.

32. Punakallio, A. (2003). Balance Abilities of Different-Aged Workers in Physically Demanding Jobs. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 13(1), 33–43.
33. Redfern, M. S., Yardley, L., Bronstein, A. M. (2001). Visual influences on balance. *Journal of Anxiety Disorders*, 15(1–2), 81–94.
34. Rizzo AA. (2002). Virtual reality and disability: emergence and challenge. *Disability Rehabilitation*, 4, 567–569.
35. Salassa, J. R., Zapala, D. A. (2009). Love and fear of heights: the pathophysiology and psychology of height imbalance. *Wilderness & Environmental Medicine*, 20(4), 378–382.
36. Schwenk, M., Grewal, G. S., Honarvar, B., Schwenk, S., Mohler, J., Khalsa, D. S., Najafi, B. (2014). Interactive balance training integrating sensor-based visual feedback of movement performance: a pilot study in older adults. *J Neuroeng Rehabil*. 13(11), 164.
37. Srivastava, A., Taly, A. B., Gupta, A., Kumar, S., Murali, T. (2009). Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique. *Jurnal of Neurological Siences*. 287(1-2), 89-93.
38. Tao, G., Khan, A. Z., Blohm, G. (2018). Corrective response times in a coordinated eye-head-arm countermanding task. *Journal of Neurophysiology*, 2. Retrieved from <https://doi.org/10.1152/jn.00633.2017>
39. Töllner, T., Rangelov, D., Müller H. J. (2012). How the speed of motor-response decisions, but not focal-attentional selection, differs as a function of task set and target prevalence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(28), 1990–1999.
40. Vuillerme, N., Nafati, G. (2007). How attentional focus on body sway affects postural control during quiet standing. *Psychological Research*, 71(2), 192–200.
41. Yan, X., Li, H., Li, A. R., Zhang, H. (2017). Wearable IMU-based real-time motion warning system for construction workers' musculoskeletal disorders prevention. *Automation in Construction*, 74, 2–11.
42. Zamysłowska–Szmytke, E., Śliwińska–Kowalska, M. (2012). Studies of the balance system for the needs of occupational medicine. *Otorhinolaryngology*, 11(4), 139–145.
43. Zasadzka, E., Wieczorowska–Tobis, K. (2012). Standing on one leg test, as a tool to assess the balance of the elderly. *Geriatrics*, 6, 244–248.

6. Załączniki

a) Załącznik 1.

Formularz informacji dla pacjenta/ochotnika

INFORMACJA DLA PACJENTA

Upzejmie informuję, że w ramach badań pt. **Analiza poziomu stabilność posturalnej i aktywność fizycznej pracowników pracujących na wysokości**, zostaną wykonane u Pana następujące testy funkcjonalne sprawdzające poziom stabilności posturalnej, często stosowane w otolaryngologii i neurologii:

- **Dwupłytowy posturograf**

Platforma pozwala na analizę/badanie/trening równowagi, ponadto umożliwia niezależny pomiar „zmian położenia punktów przyłożenia sił reakcji podłoża „pochodzących” od prawej i lewej stopy/kończyny dolnej”. Platforma będzie znajdować się na płaskiej, twardej powierzchni (podłoga pomieszczenia pomiarowego). Do pomiarów badani będą przystępowali na bosą. Każdorazowo przed rozpoczęciem próby osoby badani będą proszeni o przyjęcie pozycji stojącej na platformie z kończynami górnymi opuszczonymi swobodnie wzdłuż ciała. Ustawienie stóp powinno być zbliżone do naturalnego.

Każda próba będzie trwała 30 sekund. Testy statokinezyometryczne przeprowadzane będą przy oczach otwartych, a następnie przy oczach zamkniętych.

- **stanie na jednej nodze z oczami otwartymi i zamkniętymi**

Test ocenia on równowagę w pozycji statycznej. Przeprowadzana w celu oceny równowagi z kontrolą i bez kontroli wzroku. Badany stoi prosto, ręce opuszczone wzdłuż bioder. Uczestnik testu z otwartymi oczami stoi na jednej nodze, następnie taką samą próbę wykonuje z oczami zamkniętymi. Odliczanie czasu powinno zostać zatrzymane, gdy podniesiona noga dotknie podłogi lub gdy badany oderwie ręce od ciała, aby ustabilizować pozycję.

- **próba Romberga:** przeprowadzana jest w celu oceny równowagi statycznej bez kontroli wzroku. Badany przyjmuje pozycję stojącą stopy złączone, następnie unosi kończyny górne do kąta 90°, stawy łokciowe wyprostowane,

przedramiona w supinacji. W tej pozycji badany stoi z oczami otwartymi około 1 min, a następnie powtarza próbę przy oczach zamkniętych.

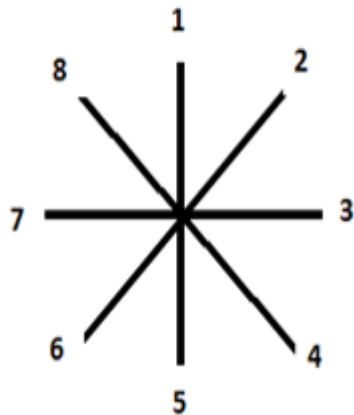
- **próba kroków Unterbergera:** próba, stosowana do oceny w badaniu przedmiotowym sprawności postawy i chodu pacjenta. Określana jest jako dynamiczna próba Romberga. Podczas wykonywania próby badany z zamkniętymi oczami wykonuje 50 kroków w miejscu z wysokim unoszeniem kolan.
- **próba chodu „gwiazdzystego” Babińskiego-Weila:** próba oceniająca w badaniu przedmiotowym pacjenta sprawność jego postawy i chodu. Badany z zamkniętymi oczami wykonuje dwa kroki do przodu i dwa kroki do tyłu – powtarza czynność, przez co najmniej 1 min.
- **Start Excursion balance test (SEBT)**

Celem SEBT jest zachowanie pojedynczej pozycji nogi na jednej nodze, a przy jak najdalej idącym odcinku nogi.

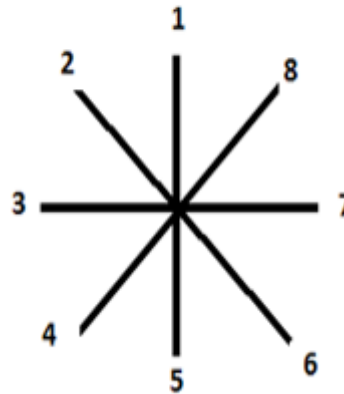
Uczestnik testu musi utrzymywać równowagę na jednej nodze, a drugą nogą, aby osiągnąć jak najwięcej w 8 różnych kierunkach. Osoba (na przykład na lewej nodze) musi sięgać 8 różnych pozycji, jeden raz w każdym z następujących wskazówek: przedni, przedramienny, środkowy, posteromedialny, tylny, tylny, boczny i tylny. Przedwczesne, tylne i tylnoboczne kierunki wydają się istotne dla identyfikacji osób z przewlekłą niestabilnością stawu skokowego i sportowców, którzy mają większe ryzyko uszkodzenia kończyny dolnej.

Kiedy osoba wykazuje znacznie mniejszy zasięg, stojąc na uszkodzonej kończynie, w porównaniu ze stanem na zdrowej kończynie, test Star Balance przeprowadza testy równowagi, wskazując na utratę dynamicznej kontroli postawy.

Stanie na lewej nodze



Stanie na prawej nodze



- **Functional Reach test (FR)**

Test polega na ocenie zdolności do utrzymania środka ciężkości w położeniu równowagi podczas wychylania ciała, „sięgania po coś”. Jedynym narzędziem potrzebnym do przeprowadzenia testu jest linijka umieszczona na wysokości barków. Badany jest poproszony, aby stać z nogami w dogodnej odległości od siebie, ramie zgięte do około 90 stopni. Badany jest proszony o wysunięcie ramion do przodu jak najdalej, nie robiąc kroku ani nie dotykając ściany. Wynikiem jest odległość mierzona między startem a punktem końcowym. Odległości mierzy się od trzeciego palca dłoni.

Ponad to, w celu oceny Pana poziomu aktywności fizycznej będzie Pan proszony o udzielenie odpowiedzi zawartych w zmodyfikowanym kwestionariuszu Baecke'a.

Celem badań jest analiza poziomu stabilności posturalnej pracowników wysokościowych oraz wybranych czynników zdrowotno-funkcjonalnych.

Szczegółowy przebieg wymienionych badań zostanie objaśniony podczas spotkania organizacyjnego, o terminie, którego zostanie Pan powiadomiony(a) telefonicznie.

Informuje się również, że może Pan odmówić zgody na udział w niniejszych badaniach lub cofnąć ją w każdej chwili, także podczas wykonywania badań. Zapewnia się poufność danych osobowych.

Dane osoby przekazującej formularz informacji dla pacjenta: Magdalena Cyma,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego, Zakład Nauk o
Aktywności Fizycznej i Promocji Zdrowia.

b) Załącznik 2.

Formularz świadomej zgody pacjenta/ochotnika lub jego przedstawiciela ustawowego

.....

miejsce i data

Deklaracja świadomej zgody pacjenta na udział w badaniu

Imię i nazwisko osoby badanej:

Wiek:

Adres zamieszkania:

Dane kontaktowe:

Temat badań: Analiza poziomu stabilność posturalnej i aktywność fizycznej pracowników pracujących na wysokości.

Niniejszym oświadczam, że zostałem(am) poinformowany(na) o celu zamierzonych badań i sposobie ich przeprowadzania. Rozumiem, na czym mają one polegać i do czego potrzebna jest moja zgoda. Zostałem(am) również poinformowany(na), że mogę zadawać pytania prowadzącemu badania i oczekiwać należynej odpowiedzi. Wiem także, że mogę odmówić zgody na udział w badaniach lub ją cofnąć w każdej chwili, także podczas wykonywania badań.

podpis badanego

.....

Dane osoby przekazującej formularz świadomej zgody pacjenta: Magdalena Cyma, Zakład Nauk o Aktywności Fizycznej i Promocji Zdrowia, Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu.

c) Załącznik 3.

Kwestionariusz Baecke i wsp. Dotyczący pomiaru aktywności fizycznej

Przegląd:

Baecke i wsp. Opracowali kwestionariusz do oceny aktywności fizycznej osoby i podzielenia jej na trzy różne wymiary. Autorzy pochodzili z Holandii.

Wskaźniki aktywności fizycznej:

(1) działalność związana z pracą

(2) aktywność sportowa

(3) działalność rekreacyjna

INDEX PRACY

Pytanie	Odpowiedź	Punkty
Z jaką intensywnością wykonujesz swoje główne zajęcia?	Niska aktywność	1
	Umiarkowana aktywność	3
	Wysoka aktywność	5
W pracy siedzę...	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3
	Często	4
	Zawsze	5
W pracy stoję...	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3
	Często	4
	Zawsze	5

W pracy chodzę....	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3
	Często	4
	Zawsze	5
W pracy podnoszę ciężkie rzeczy...	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3
	Często	4
	Zawsze	5
W pracy jestem zmęczony...	Bardzo często	5
	Często	4
	Czasami	3
	Rzadko	2
	Nigdy	1
W pracy pocę się...	Bardzo często	5
	Często	4
	Czasami	3
	Rzadko	2
	Nigdy	1
W porównaniu z innymi myślę, że moja praca jest fizyczna	Znacznie cięższa	5
	Cięższa	4
	Ciężka	3
	Lżejsza	2
	Dużo lżejsza	1

INDEX SPORTU

Pytanie	Odpowiedź	Punkty
Uprawiasz sport?	Tak (wynik w godzinach)	
	Aktywność ≥ 12 h	5
	Aktywność 8-12 h	4
	Aktywność 4-8 h	3
	Aktywność 0,01-2 h	2
	Aktywność 0 h	1
	No	
W porównaniu z innymi w moim wieku myślę, że moja aktywność fizyczna jest	Dużo większa	5
	Większa	4
	Na tym samym poziomie	3
	Mniejsza	2
	Znacznie mniejsza	1
W wolnym czasie pocę się	Bardzo często	5
	Często	4
	Czasami	3
	Rzadko	2
	Nigdy	1
W wolnym czasie uprawiam sport	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3

	Często	4
	Zawsze	5
DANE DOTYCZĄCE NAJCZEŚCIEJ UPRAWIANYCH SPORTÓW (np. jogging, pływanie)	WNIOSEK	WARTOŚCI
Rodzaj 1 sportu :		
Z jaką intensywnością uprawiasz sport	Niska intensywność	0.76
	Średnia intensywność	1.26
	Wysoka intensywność	1.76
Ile godzin w tygodniu uprawiasz sport	< 1 g	0.5
	1-2 h	1.5
	2-3 h	2.5
	3-4 h	3.5
	>4h	4.5
Ile miesięcy w roku uprawiasz sport?	< 1 miesiąc	0.04
	1-3 miesięcy	0.17
	4-6 miesięcy	0.42
	7-9 miesięcy	0.67
	>9 miesięcy	0.92
DANE DOTYCZĄCE NAJCZEŚCIEJ UPRAWIANYCH SPORTÓW	WNIOSEK	WARTOŚCI
Rodzaj 2 sportu:		
Z jaką inntensywnością uprawiasz sport	Niska intensywność	0.76
	Średnia intensywność	1.26
	Wysoka intensywność	1.76
Ile godzin w tygodniu uprawiasz sport	< 1 g	0.5

	1-2 h	1.5
	2-3 h	2.5
	3-4 h	3.5
	>4h	4.5
Ile miesięcy w roku uprawiasz sport?	< 1 miesiąc	0.04
	1-3 miesięcy	0.17
	4-6 miesięcy	0.42
	7-9 miesięcy	0.67
	>9 miesięcy	0.92

INDEX WYPOCZYNKU

Pytanie	Odpowiedź	Punkty
W wolnym czasie oglądam telewizję	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3
	Często	4
	Bardzo często	5
W wolnym czasie chodzę	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3
	Często	4
	Bardzo często	5
W wolnym czasie jeżdże na rowerze	Nigdy	1
	Rzadko	2
	Czasami	3
	Często	4
	Zawsze	5

Ile minut dziennie spacerujesz, jeździsz na rowerze (wliczając w to dojście do szkoły, pracy lub sklepu)	> 5 minut	1
	5-15 minut	2
	15-30 minut	3
	30-45 minut	4
	> 45 minut	5

d) Załącznik 4.

Ankieta „Analiza poziomu stabilności posturalnej i aktywność fizycznej pracowników pracujących na wysokości”

Proszę o wypełnienie anonimowej ankiety. Odpowiedzi proszę zaznaczyć za pomocą znaku „x”.

Ankieta ta będzie materiałem dydaktycznym wykorzystanym w moich badaniach doktoranckich.

1. Wiek:

2. Masa ciała:

3. Wysokość ciała:

4. Stan cywilny:

- Panna/kawaler
- Zameężna/ żonaty
- Wdowa/ wdowiec

5. Gdzie mieszkasz?

- Domek jednorodzinny
- Blok, kamienica (które piętro):

6. Gospodarstwo domowe prowadzisz?

- Samodzielnie
- Ze współmałżonkiem/ partnerem życiowym
- Z rodziną

7. Czy pracujesz na wysokościach (proszę podać zawód wykonywany)?

- Nie:
- Tak:

a) Od ilu lat pracujesz na wysokościach?

.....

8. Czy uprawiasz aktywność fizyczną?

- Nie
- Tak (jaką aktywność):
 - Spacer
 - Jazda na rowerze
 - Basen
 - Siłownia

- Gimnastyka
 - Inne (jakie?):
-

9. Ile razy w tygodniu uprawiasz aktywność fizyczną?

- 1 raz
- 2 razy
- 3 razy
- 4 razy
- Codziennie

10. Jak długo trwa jednorazowo aktywność fizyczna?

- Mniej niż 15 minut
- 15 - 30 minut
- 30 - 45 minut
- 45 minut- 1 godzina
- Więcej niż 1 godzina

11. Ile godzin trwa tygodniowa aktywność fizyczna?

.....

12. Czy aktywność fizyczna jest stała w ciągu roku?

- Nie
- Tak

13. W której porze roku aktywność fizyczna jest największa?

- Wiosna
- Lato
- Jesień
- Zima
- Cały rok

14. Czy uważasz się za osobę bardziej aktywną od swoich rówieśników?

- Nie
- Tak

15. Czy chorujesz na jakieś choroby?

- Nie
 - Tak (proszę wymienić, jakie)
 - Choroby układu krążenia (np. niewydolność serca, choroba niedokrwienna serca, choroby mózgowo-naczyniowe):
-

- Przewlekłe choroby układu oddechowego (np. astma, przewlekła obturacyjna choroba płuc):
.....

- Cukrzyca
- Inne (jakie?):
.....

16. Czy przyjmujesz jakieś leki?

- Nie
- Tak (ile?)

17. Czy występują u Ciebie zaburzenia równowagi?

- Nie
- Tak (jak często?) :
 - Codziennie
 - 1 raz w tygodniu
 - 1 raz w miesiącu
 - Rzadziej

18. Czy przyjmujesz leki na zaburzenia równowagi?

- Nie
- Tak (ile?):

19. Czy przewróciłeś się w ciągu ostatniego roku?

- Nie
- Tak (ile razy?):

20. Jakie były przyczyny upadku?

- Zewnętrzne (poślizgnięcie/ potknięcie)
- Wewnętrzne:
 - Zawroty głowy
 - Zaburzenia równowagi
 - Utrata świadomości

21. Jakie były konsekwencje upadku?

- Krwiaki, stłuczenia
- Zwichnięcia
- Złamania
- Pobyt w szpitalu
- Inne (jakie?):
.....