

Imię i nazwisko: _____

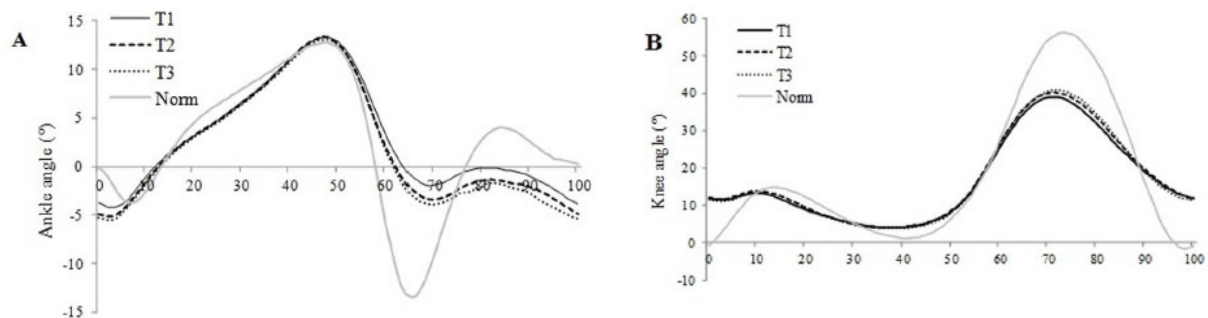
MODUŁ BIOMECHANIKA CHODU

Jednostka dydaktyczna D: Instrumentalna analiza chodu

D.3 Jak należy interpretować raport z analizy instrumentalnej biomechaniki w przypadku patologii chodu?

AKTYWNOŚĆ 1

Oceniano kinematykę kończyn dolnych podczas chodu pacjenta po przebytych udarze mózgu oraz osoby kontrolnej dobranej pod względem wieku, płci, wzrostu, długości kończyn dolnych i masy ciała. U uczestnika z udarem mózgu dokonano trzykrotnego pomiaru (T1, T2, T3) podczas tej samej sesji. W każdym czasie pomiaru wykonywano trzy powtórzenia. Na krzywych ruchowych widzimy wyniki pacjenta w czasach 1, 2 i 3 (linia czarna) oraz osoby zdrowej (linia szara). Na podstawie zdjęć odpowiedz na pytania, które są postawione poniżej.



Ryc. 1. Ocena kinematyczna kończyny dolnej podczas chodu. Obrazy zaczerpnięte z Boudarham J. et al. 2013.

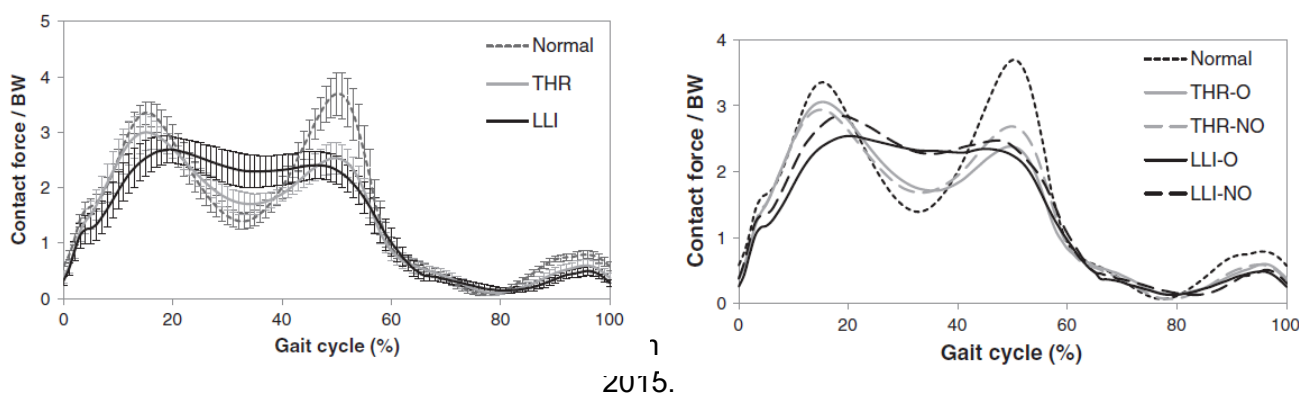
Odpowiedź na poniższe pytania:

- 1) Wskaż, któremu stawowi odpowiada krzywa ruchu z wykresu A i B.
- 2) W jakiej płaszczyźnie ruchu i jaki ruch reprezentują krzywe A i B?
- 3) Podaj, jakie cechy krzywych ruchu zamierzasz analizować.
- 4) Jakiego układu odniesienia użyłbyś do wyjaśnienia zaburzeń chodu przedstawionych na krzywych ruchu?
- 5) Co możesz zaobserwować w działaniu w fazie stancy i jakie reperkusje kliniczne mogą one powodować?
- 6) Co możesz zaobserwować w działaniu w fazie wymachu i jakie kliniczne reperkusje mogą one powodować?
- 7) Jakie powiązane lub wtórne zmienne można uzyskać z krzywych kinematycznych?
- 8) Jakie inne pomiary biomechaniczne mógłbyś poprosić o ocenę u tego pacjenta i dlaczego?

AKTYWNOŚĆ 2

Oceniono siły reakcji podłoża w grupie pacjentów po całkowitej wymianie stawu biodrowego oraz u osób zdrowych. Jednym z najczęstszych powikłań po operacji wymiany stawu biodrowego jest asymetria długości kończyn dolnych, którą można zaobserwować po leczeniu operacyjnym. Może to mieć poważne następstwa w pozostałych stawach kończyny dolnej, gdyż może powodować zapalenie stawów i w efekcie doprowadzić do powstania nowej choroby zwyrodnieniowej stawów w innej okolicy lub w kończynie przeciwległej do operowanej.

Na wykresie po lewej stronie widoczne są krzywe odpowiadające: osobom z prawidłowym wzorcem, osobom z całkowitą wymianą stawu biodrowego i symetrią kończyny dolnej (THR) oraz osobom z całkowitą wymianą stawu biodrowego i nierównością długości kończyn (LLI). Na wykresie po prawej stronie widoczne są dodatkowo oddzielne pomiary dla kończyny nieoperowanej i operowanej.



Odpowiedz na następujące pytania:

- 1) Jaka składowa lub oś siły reakcji podłoża jest przedstawiona na wykresach i co ona oznacza?
- 2) Jakie inne składowe sił można analizować na podstawie sił reakcji podłoża?
- 3) Podaj, jakie cechy krzywych kinetycznych będziesz analizował.
- 4) Jakiego układu odniesienia użyłbyś do wyjaśnienia zaburzeń chodu przedstawionych na krzywych sił reakcji podłoża?
- 5) Co możesz zaobserwować w zachowaniu pacjentów i dlaczego może być ono spowodowane?
- 6) Czy zauważyłeś coś dziwnego na wykresach, co może być spowodowane metodologią pomiaru? Co to może być?
- 7) Jakie zmienne powiązane lub wtórne mógłbyś uzyskać z krzywych siły reakcji podłoża?
- 8) Jakie inne pomiary biomechaniczne mógłbyś zlecić do oceny u tego pacjenta i dlaczego?

Odpowiedzi:

Przypadek 1

- 1) A, staw skokowy. B, staw kolanowy.
- 2) Płaszczyzna strzałkowa. Obie krzywe przedstawiają ruch zgięcia-wyprostu.
- 3) Na podstawie krzywej kinematycznej można analizować: morfologię krzywej, zakres ruchu ($^{\circ}$), maksymalną i minimalną podziałkę ruchu osiąganą w milimetrach krzywej ($^{\circ}$), prędkość kątową ($^{\circ}/s$) i przyspieszenie kątowe ($^{\circ}/s^2$).
- 4) Cykl chodu (faza stance i swing).
- 5) Ze zgięcia-wyprostu stawu skokowego można zaobserwować w fazie stania:
 - Przy kontakcie pięty pacjent utrzymuje pozycję zgięcia podszwowego (plantar flexion) zamiast pozycji neutralnej obserwowanej u osób zdrowych, co może sugerować płaskie uderzenie stopy o podłoże.
 - Pod koniec fazy stania, pacjenci mają ograniczone zgięcie podszwowe, podczas gdy osoby zdrowe wykonują szerokie zgięcie podszwowe. Pacjenci mogliby zdejmować stopę en bloc zamiast zdejmować najpierw piętę, a potem palce, co będzie miało wpływ na generowane siły reakcji.Na podstawie zgięcia-wyprostu kolana można zaobserwować w fazie stance:
 - Przy początkowym kontakcie z piętą pacjenci mają większe zgięcie kolana niż osoby zdrowe, prawdopodobnie w celu umożliwienia prawidłowego ustawienia stopy na podłożu.
 - Pomędzy środkową a końcową fazą stania, pacjenci mają ograniczony wyprost kolana w porównaniu do osób z grupy kontrolnej.
- 6) Na podstawie zgięcia-wyprostu stawu skokowego można zaobserwować w fazie swingu:
 - W połowie swingu, pacjenci nie wykonują aktywnego zgięcia grzbietowego stopy, które obserwujemy u osób zdrowych, może to powodować, że pacjenci ciągną stopę po podłożu i mają większe prawdopodobieństwo upadku.Ze zgięcia-wyprostu kolana można zaobserwować w fazie swingu:
 - W połowie swingu pacjenci nie osiągają zgięcia kolana, które obserwujemy u osoby zdrowej. To, w połączeniu ze zwiększonym zgięciem podszwowym, zwiększa prawdopodobieństwo potknięcia się i upadku podczas chodzenia.
- 7) Wskaźnik symetrii (surowy i bezwzględny) do obserwacji asymetrii pomiędzy półkulami ciała. Współczynnik zmienności do analizy zmienności parametrów chodu.
- 8) Wzorzec kinetyczny pacjenta może być analizowany w celu zaobserwowania, jak zmiana ruchu wpływa na siły reakcji podłoża lub przemieszczenie środka ciężkości podczas chodu. Interesujące byłoby również przeanalizowanie wzorca elektromiograficznego pacjenta w celu zlokalizowania deficytu ruchu podczas chodu.

Przypadek 2

1) Pionowa siła reakcji podłoża (oś z). Krzywa na osi z ma trzy kamienie milowe:

- Pierwszy szczyt lub maksymalna pionowa siła obciążająca odnosi się do wielkości obciążenia, jakie dana osoba nakłada na przednią stopę po uderzeniu stopy o podłoże. Ta wartość szczytowa powinna być rzędu 1,2-krotności masy ciała danej osoby.
- Po osiągnięciu pierwszej wartości szczytowej na wektorze pionowym, kolano rozciąga się, podnosząc środek masy. W miarę zbliżania się środka masy do najwyższego punktu następuje spowolnienie lub wyhamowanie ruchu w górę. To spowolnienie ruchu ciała ku górze powoduje powstanie niecki w pionowym układzie sił. Normalna wartość jest rzędu 0,7 masy ciała danej osoby.
- Drugi szczyt lub maksymalna pionowa siła ciągu. Kiedy pięta unosi się i stopa zostaje wepchnięta w dół i z powrotem w podłoże, środek masy ponownie opada. Zarówno opóźnienie w dół jak i napęd z kompleksu stopy i kostki powodują drugi szczyt. Innymi słowy, drugi szczyt odnosi się do wielkości pionowej siły napędowej, która napędza osobę do góry. Wartość tych wyników powinna być rzędu 1,2-krotności masy ciała osoby.

2) Siła przednio-tylna (oś y) i siła środkowo-boczna (oś x).

3) a) Morfologia krzywych, b) wielkość siły, c) czas do osiągnięcia kamieni milowych krzywej siły, d) całkowity czas kontaktu.

4) Faza stania.

5) Na podstawie krzywych siły możemy zaobserwować co następuje:

- Pacjenci z całkowitą wymianą stawu biodrowego, którzy zachowują symetrię w długości kończyn dolnych, prezentują morfologię zbliżoną do krzywej osób zdrowych, czyli krzywa zachowuje kamienie milowe siły, których oczekujemy w krzywej prawidłowej, choć wielkości sił są poniżej normy.
- Z drugiej strony, pacjenci po całkowitej wymianie stawu biodrowego, u których występuje asymetria długości kończyn dolnych, zmieniają morfologię sił rejestrowanych na osi z, prezentując krzywą płaską w porównaniu z krzywą osób zdrowych. W tym samym czasie, wielkość zarejestrowanych sił jest również niższa od wyników osób kontrolnych bez patologii, szczególnie w pionowej sile napędowej (drugi szczyt).
- Analizując siły dla każdej z kończyn, z rozróżnieniem na kończynę operowaną i nieoperowaną, można zauważyć, że opisany powyżej wzorzec jest bardziej nasilony w kończynie operowanej. Jednakże kończyna nieoperowana zachowuje się podobnie.

6) Krzywe pokazują wartości pomiędzy 3 a 4% BW, podczas gdy wartości normatywne zbliżają się do 1,2% BW. Może to być spowodowane złą kalibracją platformy dynamometrycznej lub błędem w obróbce danych po normalizacji sił (newtonów) przez wagę badanych.

7) Wskaźnik symetrii (surowy i bezwzględny) do obserwacji asymetrii pomiędzy połowami ciała. Współczynnik zmienności do analizy zmienności parametrów chodu.

8) Wzorzec kinematyczny pacjenta może być analizowany w celu zaobserwowania wpływu ruchu stawów na siły reakcji podłoża. Jeśli kinematyka jest względnie normalna, pacjenci mogą nie przenosić ciężaru ciała na ocenianą nogę z powodu bólu, strachu lub innych

powodów. Interesujące byłoby również przeanalizowanie wzorca elektromiograficznego pacjenta podczas chodu, szczególnie w obrębie mięśnia biodrowego. Również ocena nacisku podszwowego mogłaby wykazać nieprawidłowy nacisk, jeśli pacjenci zmienili siły reakcji podłoża.

Wsparcie Komisji Europejskiej dla produkcji tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może zostać pociągnięta do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.