



Interpretacja wyników Digitsole™ Pro

Podręcznik

Wyłączny, autoryzowany dystrybutor



www.footmedical.pl

www.digitsole.pl

Spis treści

Słowniczek pojęć	3
Kolory i strzałki	3
Parametry	3
Parametry metryczne	3
Parametry czasowo-przestrzenne.....	3
Parametry kinematyczne	4
Biomarkery	4
Obserwacje	4
Komentarz	4
Interpretacja	4
Prezentacja wyników	5
Podsumowanie	5
Fazy chodu	5
Tryb zaawansowany	6
Cyfrowa linia chodu	6
Współczynnik wybicia - propulsji	7
Kąty pronacji i supinacji	7
Obwodzenie (progresja stopy, kąt stopy, odwiedzenie w płaszczyźnie czołowej)	8
Faza przenoszenia: prześwit i kąt natarcia	8
Widok szczegółowy	9
Porady	10
Bibliografia	12

Słowniczek pojęć

Kolory i strzałki

W celu zwiększenia widoczności lewa strona ciała i stopa jest pokazana na **pomarańczowo**, a prawa na **niebiesko**.

Wyniki oznaczane są kolorami:

Czerwony	Poza normą
Pomarańczowy	Blisko granicy normy
Zielony	W normie

Strzałki uzupełniają tę informację, wskazując czy wartość jest powyżej **▲**, czy poniżej **▼** od normy, z uwzględnieniem koloru odpowiadającego ich odległości od tego standardu, zaczerpniętego z literatury i dostosowanego do naszego systemu pomiarowego.

Parametry

Prezentujemy dwa rodzaje parametrów:

Parametry metryczne

Dane zbierane bezpośrednio z odczytów wykonywanych przez DS Pods Digitsole™

Parametry czasowo-przestrzenne

Prędkość (km/h)

średnia prędkość ruchu Pacjenta.

Kadencja (kroki/min)

liczba kroków na minutę po zsumowaniu kroków z obu stóp.

Czas trwania pełnego cyklu chodu (ms)

czas od momentu kontaktu pięty z podłożem do momentu ponownego kontaktu pięty tej samej kończyny z podłożem.

Długość całego cyklu chodu (cm)

odległość pomiędzy dwiema następującymi po sobie fazami kontaktu pięty tej samej stopy z podłożem.

Czas fazy kontaktu (ms i %)

czas, w którym stopa styka się z podłożem, prezentowany jako procent całego czasu cyklu.

Czas fazy przenoszenia (ms i %)

czas, w którym stopa nie styka się z podłożem, prezentowany jako procent całego czasu cyklu.

Faza podwójnego podparcia (%)

procent cyklu, w którym obie stopy stykają się z podłożem.

Parametry kinematyczne

Kąty pronacji/supinacji ($^{\circ}$ w stopniach):
nachylenie stopy względem podłoża badane w
kluczowych momentach kroku - podczas
oderwania pięty oraz palców.

Odchylenie boczne (Odwodzenie) (cm):
pomiar szerokości kroku, parametr określa
maksymalny dystans między stopami w trakcie
chodu.

Kąt nachylenia

(Zgięcie grzbietowe) ($^{\circ}$ w stopniach):
określany między podłożem a stopą w momencie
unoszenia pięty.

Kąty progresji kroku ($^{\circ}$ w stopniach):
położenie stopy w odniesieniu do ścieżki chodu
Pacjenta.

Prześwit (mm):
minimalna wysokość między palcami a podłożem
podczas wykonywania kroku.

Biomarkery

To parametry obliczane na podstawie jednego lub więcej wskaźników dla całego badanego stylu chodu Pacjenta.

- **Symetria (%)**: analizowana jest zgodność wartości uzyskanych dla lewej i prawej stopy. Symetria pozwala określić, która noga jest dominująca i częściej używana podczas chodzenia.
- **Cyfrowa linia chodu**: powstaje w oparciu o analizę kątów pronacji/supinacji.
- **Współczynnik propulsji**: obliczony jako stosunek prędkości wybicia do średniej prędkości kroku. Dostarcza informacji o mięśniach używanych podczas propulsji i przenoszenia (np. triceps łydki lub zginacz biodra).
- **Odchylenie** (dostępne w widoku szczegółowym): odchylenie standardowe mierzonych parametrów pokazujące maksymalne i minimalne granice pomiaru.

Obserwacje

Pod każdym wykresem znajdziesz wyniki analizy Pacjenta w odniesieniu do normy. Dzięki temu łatwo sprawdzisz, jakie odchylenie od normy ma dany parametr. Dodatkowo może zostać zaproponowane zalecenie dotyczące zaobserwowanej nieprawidłowości lub dodatkowych informacji, jakie należałoby pozyskać od Pacjenta podczas wywiadu.

Komentarz

Na dole każdej strony znajduje się pole przeznaczone na Twój komentarz. Będzie on widoczny po wyeksportowaniu analizy do formatu .pdf.

Interpretacja

Pod analizą znajdziesz pole przeznaczone na interpretację prezentowanych wyników wraz ze wskazaniem na jakie aspekty należy zwrócić szczególną uwagę (nieprawidłowości w poszczególnych fazach chodu, możliwe utykanie Pacjenta, nieprawidłowy rozkład sił podczas chodu).

Prezentacja wyników

Podsumowanie

Podstawowe informacje dotyczące chodu pacjenta.



Pokazuje ogólną symetrię chodu Pacjenta, która jest niezależna od lateralizacji. Symetria bliska 100% wskazuje na wysoką zgodność między prawym i lewym krokiem. Słabszy wynik w tym obszarze sugeruje konieczność bardziej szczegółowej analizy przyczyny, gdyż problem może dotyczyć jednej lub obu kończyn.

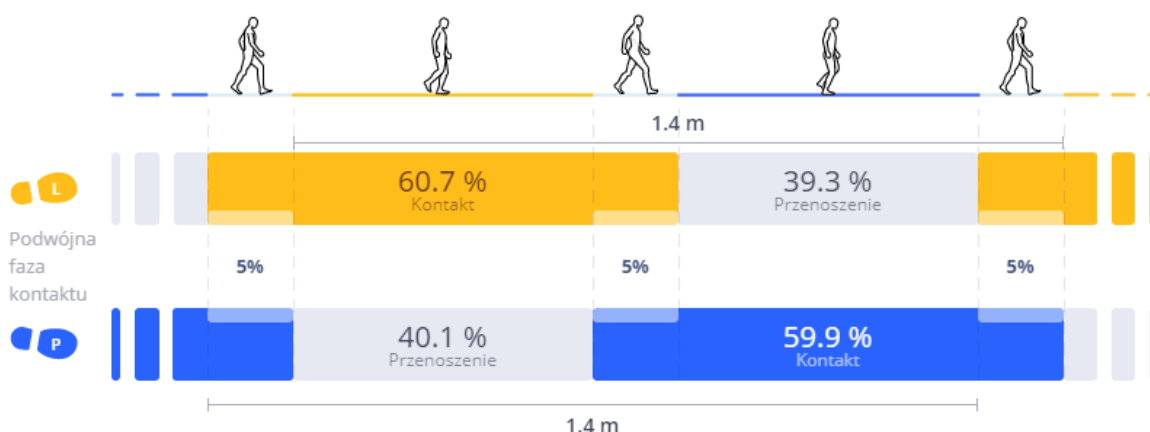


Jest dobrym wskaźnikiem jakości i zasięgu chodu. Zbyt szybki lub zbyt wolny chód może być jedną z pierwszych oznak dysfunkcji ruchu.



Ilość kroków wykonywanych w ciągu jednej minuty - jest silnie skorelowany z szybkością, dlatego jest dobrym wskaźnikiem jakości chodzenia.

Fazy chodu



Powyższy wykres pokazuje procentowy udział poszczególnych faz chodu (faza podporu, przenoszenia, podwójnego podparcia) w trakcie całego cyklu, a także odległość, którą Pacjent pokona w trakcie odcinka pomiarowego.

W celu zwiększenia czytelności analizy, lewa stopa zawsze jest prezentowana kolorem pomarańczowym, a prawa niebieskim. Fazy podporu zaznaczone są odcieniem ciemniejszym, fazy przenoszenia jaśniejszym. Faza podwójnego podparcia zaznaczona jest na szaro i oddziela wykresy obu stóp. Długości cyklu chodu dla każdej stopy oznaczone są kolorami (dla lewej kolorem pomarańczowym, dla prawej kolorem niebieskim).

Tryb zaawansowany



Aktywując tryb zaawansowany uzyskasz dostęp do graficznej prezentacji badanych parametrów w porównaniu do wyników wzorcowych. Z obowiązującymi normami można się także zapoznać wchodząc na stronę:

<https://www.digitsolepro.com/documentation>

Analizując wykresy będziesz mógł ocenić, czy badany Pacjent mieści się w normie, czy ją przekracza oraz w jakim stopniu:

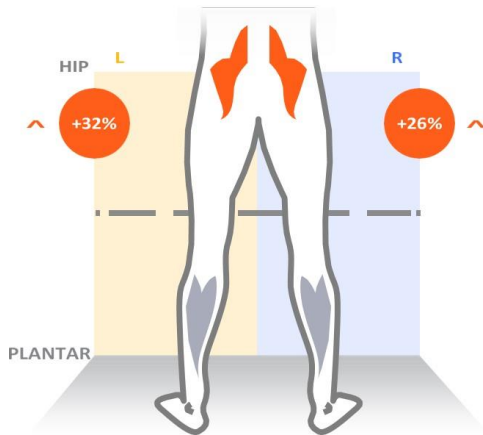
Czerwony	Wartość powyżej normy - o więcej niż dwa odchylenia standardowe.
Pomarańczowy	Wynik odbiega od normy - między jednym a dwoma odchyleniami standardowymi.
Zielony	Średni pomiar danej wartości +/- jedno odchylenie standardowe.

Cyfrowa linia chodu



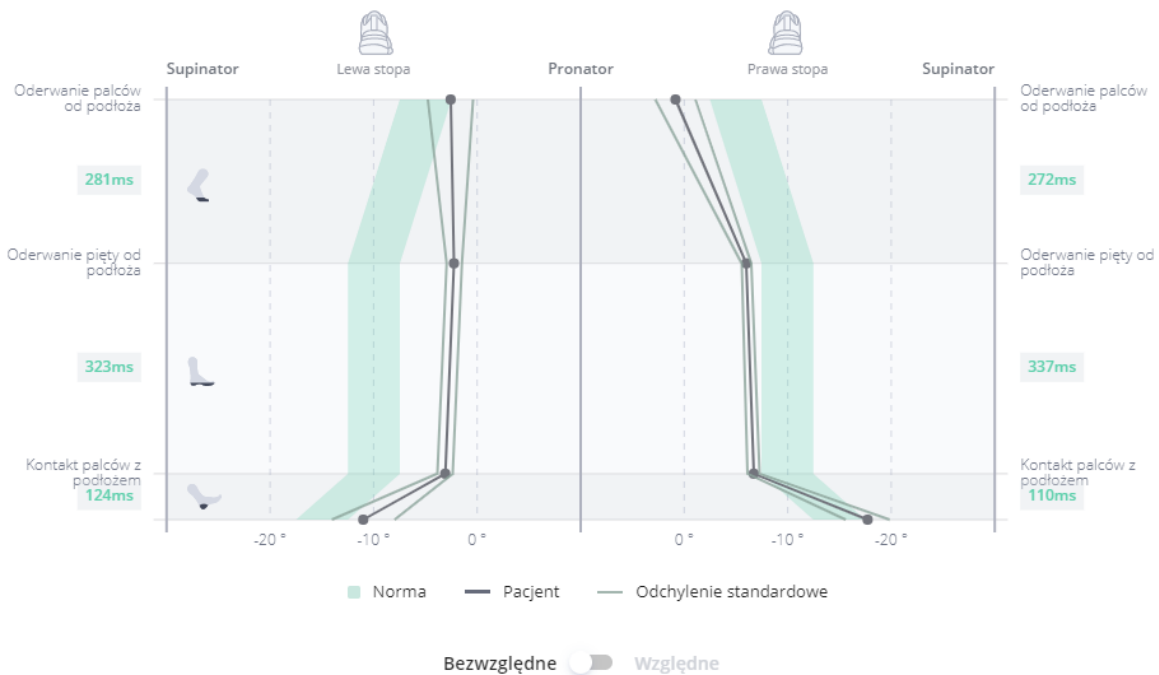
Wykres przedstawia umiejscowienie środka podparcia (pogrubiona czarna linia) w stopie podczas fazy podparcia. W tym miejscu możemy ocenić prawidłowość ułożenia stopy (pronacja/ supinacja) dokonując szczegółowej analizy ustawienia pięty, palców etc. Informacje są uzupełniane przez czas trwania każdej z faz (między kluczowymi momentami), wyrażone w milisekundach (gdy kursor ustawiony jest w pozycji "wartości bezwzględne") oraz w procentach (gdy kursor jest w pozycji "względne"). Dzięki powyższej analizie łatwiej jest dokonać porównania obu stóp i ocenić symetrię ruchu.

Współczynnik wybicia - propulsji



Współczynnik propulsji to stosunek prędkości wybicia (prędkość stopy w momencie startu z palców) do średniej prędkości kroku. Dzięki tej wartości możemy określić, które struktury (np. zginacze podszwowe czy biodrowe (*plantar flexors*, *hip flexors*) są wykorzystywane podczas przyspieszania, możemy określić zaangażowaną grupę mięśniową i stopień odchylenia od normy.

Kąty pronacji i supinacji

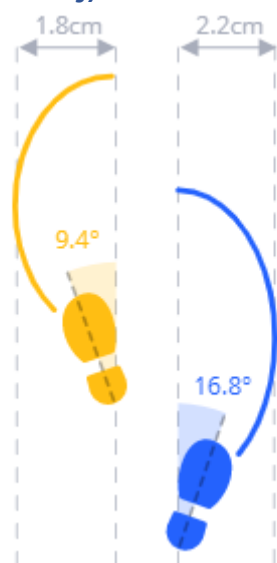


Powyższy wykres przedstawia wartości kątowe ułożenia stopy w płaszczyźnie czołowej dla każdej z poszczególnych faz cyklu chodu, rozpoczynając od kontaktu pięty z podłożem (wykres czytamy od dołu do góry. Zmieniając ustawienie *Bezwzględne* / *Względne* możemy zmienić ustawienie dla punktu odniesienia 0° jako wartość neutralną. Poszczególne linie dla lewej lub prawej stopy przedstawiają:

- środkowa linia z kropkami – średnia dla wszystkich wykonanych kroków,
- linie boczne – odchylenie standardowe, czyli minimalna i maksymalna wartość kątowa osiągnięta podczas poruszania się,
- zielone pasmo (korytarz) – wartości pożądane (norma) dla danego pacjenta.

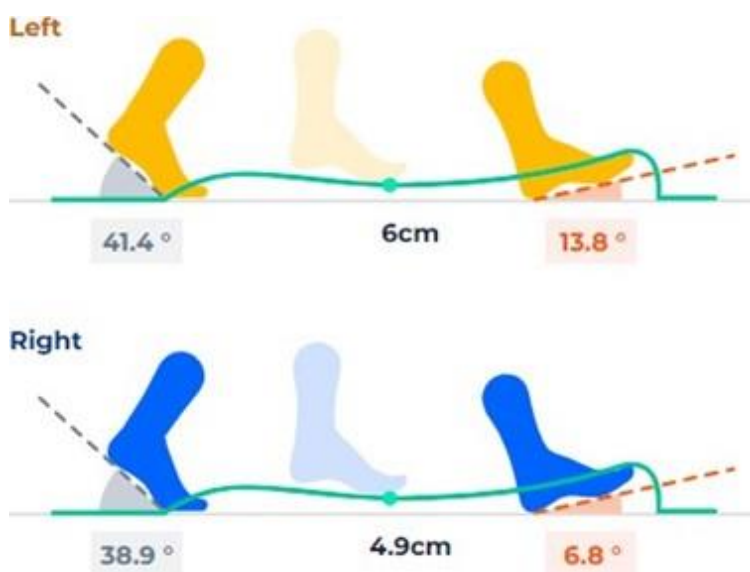
Dzięki temu wykresowy łatwo ocenić zakres pronacji i supinacji dla wybranej fazy cyklu chodu i skorelować ją z czasem wykonywania danej fazy.

Obwodzenie (progresa stopy, kąt stopy, odwiedzenie w płaszczyźnie czołowej)



Tym parametrem mierzymy orientację stopy w odniesieniu do podłoża i wyrażamy ją w stopniach. Osoba o prawidłowej linii chodu, chodzi ze stopami lekko otwartymi na zewnątrz. Wszelkie odchylenia od tej normy są prezentowane na wykresie wraz z parametrem (*Lateral Oscillation Deviation LOD*) badającym maksymalną poprzeczną odległość, jaką przebyła stopa w trakcie fazy przenoszenia względem linii łączącej dwa kolejne kroki tej samej stopy. Wynikiem prawidłowym jest wartość bliska zeru. Wynik wyższy obserwujemy u Pacjentów utykających na jedną z kończyn.

Faza przenoszenia: prześwit i kąt natarcia



Podczas fazy przenoszenia mierzymy prześwit - czyli minimalną wysokość oddzielającą palce od podłoża podczas fazy przenoszenia. Przy zbyt małej wysokości stopa mogłaby napotkać przeszkodę, co może spowodować utratę równowagi, a nawet upadek.

Na wykresie przedstawiony jest także kąt natarcia – czyli kąt między stopą a podłożem (zgięcie grzbietowe), w momencie kontaktu pięty z podłożem. Zdrowa osoba nie stawia stopy płasko ani nie rozpoczyna fazy podporu od strony przodostopia.

Widok szczegółowy

W tym miejscu znajdziesz pogrupowane wszystkie mierzone parametry i ich dokładne wartości.

Fazy chodu

▼ Profil chodu

Czas fazy kontaktu	98.6 %	690 ms	L	759 ms	L
		689 ms	P	739 ms	P
Czas fazy lotu	98 %	448 ms	L	489 ms	L
		460 ms	P	495 ms	P
Taligrade	88.9 %	—	L	—	L
		—	P	—	P
Plantigrade	96.1 %	—	L	—	L
		—	P	—	P
Digitgrade	96.7 %	—	L	—	L
		—	P	—	P

Faza przenoszenia

▼ Faza przenoszenia

Średnia prędkość kroku	98.4 %	1.6 m/s	L	1.8 m/s	L
		1.6 m/s	P	1.8 m/s	P
Prędkość wybicia (propulsji)	95.6 %	1.3 m/s	L	1.7 m/s	L
		1.3 m/s	P	1.6 m/s	P
Prędkość chodu	99.2 %	3.8 km/h	L	4.6 km/h	L
		3.9 km/h	P	4.6 km/h	P
Długość kroku	99.6 %	1.3 m	L	1.5 m	L
		1.3 m	P	1.5 m	P
Kadencja	99.8 %	47.7 kroki/min	L	52.7 kroki/min	L
		48.4 kroki/min	P	52 kroki/min	P

Rotacja pięty

▼ Faza podporu

Kontakt pięty z podłożem	6.7 °	-14 °	L	-8 °	L
		-19.8 °	P	-15.6 °	P
Kontakt palców z podłożem	3.8 °	-3 °	L	-1.5 °	L
		-6.5 °	P	-5.6 °	P
Oderwanie pięty od podłoża	3.6 °	-3.8 °	L	-2.3 °	L
		-7.3 °	P	-6.1 °	P
Oderwanie palców od podłoża	3.4 °	-4.8 °	L	-0.4 °	L
		-1.1 °	P	2.8 °	P

Zbyt duża zmienność wśród parametrów może świadczyć o trudności w dokładnym odtwarzaniu tych samych kroków kolejno po sobie. To może informować o niedoborze kontroli nerwowo - mięśniowej. Natomiast zbyt mała zmienność może być powiązana z ograniczeniami wykonywania ruchów kończyn dolnych.

Porady

Jeżeli badasz Pacjenta, którego kadencja jest zbyt wysoka, natomiast prędkość jest zbyt niska, to można założyć, że Pacjent ma problem z utrzymaniem równowagi. Dodatkowym parametrem, na który warto w takim przypadku zwrócić uwagę jest udział fazy podwójnego podporu. Diagnozę potwierdzi suma udziału dwóch faz podwójnego podporu wyższa niż 25%.

Asymetria faz podporu

Jeżeli czas całego cyklu jest równy dla obu kończyn, ale procent udziału fazy podporu jest różny dla każdej z kończyn oznacza to, że Pacjent spędza więcej czasu na jednej kończynie – w tym przypadku silniejszej. Może być to spowodowane bólem słabszej kończyny, co uniemożliwia Pacjentowi równomierne ich obciążanie.

Analiza progresji kroku

Uzupełnia informacje uzyskane z analizy kątów pronacji-supinacji i linii chodu, aby lepiej zrozumieć ułożenie stopy podczas fazy podporu, a także wyjaśnić pozostałe wyniki, takie jak nadmierna supinacja lub pronacja podczas faz chodu.

Progresja kroku ma duże znaczenie w analizie fazy wykroku, ponieważ nieprawidłowości mogą ujawniać zmiany w budowie stopy, nieodpowiednie skurcze mięśni powodujące wykręcenie stopy lub nieodpowiednią rotację biodra, kolana, kości udowej lub piszczeli.

Stopa skierowana do wewnątrz: możliwa szpotawość przywodziciela lub wewnętrzna rotacja biodra lub kości udowej, warto skontrolować orientację rzepki i biodra.

Zbyt duże otwarcie kroku: możliwa zbyt duża pronacja, koślawa stopa odwodząca lub zewnętrzna rotacja biodra, piszczeli lub kości udowej - diagnozę należy potwierdzić kontrolując orientację rzepki i rotację biodra.

Boczne odchylenie podczas fazy przenoszenia (odwodzenie)

Często bywa oznaką dysfunkcji kolana (problemy ze zgięciem lub całkowity brak zgięcia), odchylenie kończyny w bok ma na celu zwiększenie prześwitu między stopą, a podłożem i uniknięcie potknięcia. Może także wynikać z niewłaściwego skurczu zginaczy podszwowych, które mogą być wynikiem niektórych patologii takich jak stwardnienie rozsiane lub niedowład po udarze. Warto ten parametr przeanalizować wspólnie z wysokością prześwitu podczas fazy przenoszenia i kątem progresji korku - który może być zaburzony w wyniku tej nieprawidłowości chodu.

Prześwit

Podczas chodu, w czasie fazy przenoszenia stopy może dochodzić do zmniejszenia prześwitu, czyli odległości pomiędzy powierzchnią stopy a podłożem. To zjawisko zwiększa ryzyko upadków. Minimalną wysokość palców zwykle osiąga się u szczytu prędkości stopy podczas fazy przenoszenia. Ten parametr mówi nam o zdolności Pacjenta do podniesienia stopy na tyle, aby nie uderzyła ona o podłoże.

Równowaga jest funkcją podlegającą wytrenowaniu, poprzez odpowiednie ćwiczenia, może ona być skutecznie kształtowana i wzmacniana. Jeżeli palce są za wysoko lub za nisko zwróć uwagę na możliwy problem z propriocepcją lub kontrolą motoryczną zginaczy kolana.

Kąty natarcia (zgięcie grzbietowe)

Rozważmy trzy możliwe sytuacje:

- Kąt > 0: Pacjent najpierw stawia piętę
- Kąt = 0: Pacjent kładzie stopę płasko na podłożu
- Kąt < 0: Pacjent najpierw kładzie przodostopie.

Ten parametr informuje nas więc o tym, w jaki sposób Pacjent rozpoczyna swój krok, co będzie warunkowało cały następujący po sobie łańcuch zdarzeń. Analiza tego parametru pomoże w diagnozie nieprawidłowości w obrębie zgięcia grzbietowego stopy, która może być powiązana z osłabieniem zginaczy grzbietowych, niewłaściwą aktywnością mięśni lub ograniczeniem stawu kolanowego. W celu potwierdzenia diagnozy warto przeprowadzić dodatkową ocenę kliniczną.

Ryzyko upadku

Parametr trudny do obiektywnej oceny, wymaga z reguły wielu testów i dokładnego wywiadu klinicznego (informacje o życiu Pacjenta, sytuacji społecznej i zdrowotnej, zażywane leki), zbadania historii upadków. W literaturze zidentyfikowano kilka zachowań oraz parametrów określanych jako charakterystyczne dla populacji o potencjalnym ryzyku upadku:

- długość cyklu chodu: zmniejsza się długość cyklu, ale zwiększa się zmienność i asymetria,
- czas trwania fazy podwójnego podporu: zwiększony czas trwania tej fazy i duża zmienność,
- wzrost obciążenia zginaczy biodrowych w stosunku do zginaczy podszwowych,
- obniżona prędkość chodu,
- faza przenoszenia – wydłużony czas trwania fazy

Bibliografia

- **Murray MP.** Gait as a total pattern of movement. *Am J Phys Med.* févr 1967;46(1):290-333.
- **Blanc Y, Balmer C, Landis T, Vingerhoets F.** Temporal parameters and patterns of the foot roll over during walking: normative data for healthy adults. *Gait Posture.* oct 1999;10(2):97-108.
- **Sutherland D.** The development of mature gait. *Gait Posture.* 1 oct 1997;6(2):163-70.
- **Gait Analysis: Normal and Pathological Function.** *J Sports Sci Med.* 1 juin 2010;9(2):353.
- **Gait Analysis [Internet].** Elsevier; 2007 [cité 17 juill 2019]. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780750688833X50016>
- **Dadashi, F., Mariani, B., Rochat, S., Büla, C., Santos-Eggimann, B., & Aminian, K.** (2013). Gait and Foot Clearance Parameters Obtained Using Shoe-Worn Inertial Sensors in a Large-Population Sample of Older Adults. *Sensors*, 14(1), 443–457. doi:10.3390/s140100443
- **Book: Pathological Walking of the Cerebral Palsy Child, G. F. PENNECOT**
- **Killeen, T., Easthope, C. S., Demkó, L., Filli, L., Lőrincz, L., Linnebank, M., ... Bolliger, M.** (2017). Minimum toe clearance: probing the neural control of locomotion. *Scientific Reports*, 7(1). doi:10.1038/s41598-017-02189-y
- **Schulz, B. W.** (2017). A new measure of trip risk integrating minimum foot clearance and dynamic stability across the swing phase of gait. *Journal of Biomechanics*, 55, 107–112. doi: 10.1016/j.jbiomech.2017.02.024
- **Seber, S., Hazer, B., Köse, N., Göktürk, E., Günal, I., & Turgut, A.** (2000). Rotational profile of the lower extremity and foot progression angle: computerized tomographic examination of 50 male adults. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 120(5-6), 255–258. doi:10.1007/s004020050459
- **Cibulka MT, Winters K, Kampwerth T, et al.** PREDICTING FOOT PROGRESSION ANGLE DURING GAIT USING TWO CLINICAL MEASURES IN HEALTHY ADULTS, A PRELIMINARY STUDY. *Int J Sports Phys Ther.* 2016;11(3):400–408
- **Awad, L. N., Bae, J., Kudzia, P., Long, A., Hendron, K., Holt, K. G., ... Walsh, C. J.** (2017). Reducing Circumduction and Hip Hiking During Hemiparetic Walking