ROZDZIAŁ 1

Fizjologiczny rozwój ruchowy ze szczególnym uwzględnieniem rozwoju stopy i kończyny dolnej

1.1 Podstawy

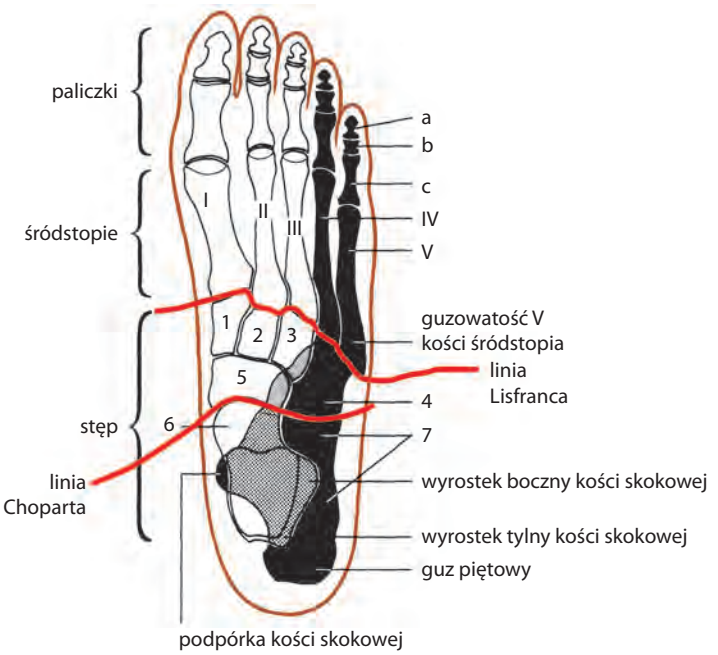
Budowa kostna stopy

Stopę dzieli się na stęp, śródstopie i paliczki (➢ ryc. 1.1):

- Stęp tworzy 7 kości: kość piętowa, kość skokowa, kość łódkowata, kości klinowate I, II i III oraz kość sześcienna.
- Śródstopie tworzy 5 kości śródstopia.
- Paliczki składają się z 3 części (paliczka bliższego, paliczka środkowego i paliczka dalszego), z wyjątkiem palucha, który tworzą 2 paliczki (bliższy i dalszy).

Kości stopy tworzą dwa przedziały – przyśrodkowy oraz boczny [57]:

- Przedział przyśrodkowy obejmuje kość skokową, kość łódkowatą, trzy kości klinowate wraz z 3 pierwszymi kośćmi śródstopia i połączonymi z nimi kośćmi 3 pierwszych palców.
- Przedział boczny utworzony jest przez kość piętową, kość sześcienną i dwie zewnętrznie położone kości śródstopia wraz z przyległymi paliczkami palców IV i V.



Ryc. 1.1 Kości stopy można podzielić na dwa przedziały, przyśrodkowy (kolor biały) i boczny (kolor czarny).

Oba przedziały, tworzące również osie, krzyżują się w obrębie kości skokowej i piętowej, natomiast w obrębie przodostopia leżą obok siebie.
W sensie czynnościowym rozróżnia się tyło- i przodostopie:
- Tyłostopie obejmuje kości stopy aż do linii Lisfranca. Linia ta biegnie pomiędzy I, II i III kością klinową, kością sześcienną, a 5 kośćmi śródstopia. Linia Choparta przebiega poprzecznie i utworzona jest przez szparę stawową pomiędzy kością skokową a kością łódkową oraz kością piętową a kością sześcienną.
- Przodostopie zaczyna się na podstawach kości śródstopia a kończy na szczytach paliczków.

Staw skokowy dzieli się na staw skokowy górny i staw skokowy dolny:
- *Górny staw skokowy* (staw skokowo-goleniowy) utworzony jest przez kość skokową oraz dystalny koniec kości goleniowej i kości strzałkowej.
- *Dolny staw skokowy* tworzą kość skokowa, kość piętowa i kość łódkowata. Kość skokowa spoczywa na kości piętowej i z przodu wsparta jest kulisto wypukłą głową na kości łódkowej. W ten sposób staw ten dzieli się pokrytą więzadłami zatoką stępu na dwa niezależne połączenia [57]:
  - Z tyłu kość skokowa tworzy połączenie z tylną powierzchnią stawową kości piętowej, zwane *stawem skokowo-piętowym*.
  - Od przodu kości skokowa i piętowa nawzajem ze sobą oraz w stosunku do kości łódkowatej tworzą połączenie stawowe zwane *stawem skokowo-piętowo-łódkowym* (*staw Choparta*).

Panewka stopy [21] tworzy swego rodzaju elipsoidalną panewkę stawową, która obejmuje głowę kości skokowej. Od przodu utworzona jest przez środkową powierzchnię stawową kości piętowej, kość łódkowatą i leżące wokół połączenia więzadłowe. Jest to wrażliwe miejsce w obrębie stopy, ponieważ każde zaburzenie równowagi mięśniowej w zakresie stopy wywiera wpływ na ten staw: jeżeli głowa kości skokowej zsuwa się w kierunku przyśrodkowym lub bocznym, to automatycznemu przesunięciu w kierunku dobocznym lub przyśrodkowym ulega kość łódkowa – w ten sposób pozostałe kości stępu przemieszczają się w kierunku przyśrodkowym lub bocznym w stosunku do swojego normalnego położenia.

Możliwości ruchowe stopy

Podstawowym ruchem stopy jest zdolność do jej unoszenia (zgięcie grzbietowe) oraz opuszczania (zgięcie podeszwowe). Ruchy te zachodzą w górnym stawie skokowym (GSS) i są czystymi ruchami zawiasowymi zachodzącymi wokół osi mniej więcej poprzecznie przebiegającej w stosunku do GSS. Kość piszczelowa i kość strzałkowa tworzą swego rodzaju widełki, które nadają kierunek ruchu kości skokowej: dzięki temu możliwy jest zakres ruchu 20–30° zgięcia grzbietowego i 40–50° zgięcia podeszwowego [19].

W dolnym stawie skokowym (DSS) zachodzą ruchy obrotowe stopy – do wewnątrz i na zewnątrz. Te ruchy obrotowe stanowią kombinację ruchów zachodzących w dolnym i przednim DSS, a ich przejawem jest pronacja/supinacja i inwersja/ewersja.

Ruchy odbywające się pomiędzy kością skokową i kością piętową (staw skokowo-piętowy) z jednej strony oraz między tymi kośćmi a kością łódkową (staw skokowo-piętowo-łódkowy) z drugiej strony określa się mianem ruchów inwersji i ewersji. Ruchy inwersji i ewersji zachodzą zatem jedynie w DSS i można je na dwa sposoby testować: jeden sposób polega na ustabilizowaniu kości skokowej względem kości piszczelowej i poruszaniu kością piętową w stosunku do ustabilizowanej kości skokowej; drugi natomiast na poruszaniu kością łódkowatą i kością sześcienną w stosunku do ustabilizowanych kości skokowej i przedniej części kości piętowej [14]. Zakres ruchów oceniany jest w stosunku do przemieszczeń kości piętowej, inwersja oznacza ruch pięty w kierunku przyśrodkowym (do 20°), a ewersją określa się ruch pięty w kierunku bocznym (do 16°).

W stawie Choparta (staw skokowo-łódkowy i staw piętowo-sześcienny) zachodzą dwa rodzaje ruchu, a mianowicie zgięcie grzbietowe i podeszwowe (15–20°) oraz ruchy obrotowe (10–20°). Podczas testowania

jedną ręką należy przytrzymać kości skokową i piętową, a drugą ręką od strony grzbietowej stopy obejmuje się kości łódkową i sześcienną wraz z śródstopiem [14].

Podczas czynnych ruchów nawracania i odwracania stopy wg Raubera/Kopscha dochodzi do złożonych ruchów całej stopy, w których udział biorą zarówno staw Choparta, jak i staw Lisfranca (położony w proksymalnej części śródstopia). Oś obrotu tego ruchu przebiega od pięty aż do 2–3 palca [14].

Ruch supinacji rozpoczyna się od zgięcia podeszwowego w górnym stawie skokowym, podczas którego kość skokowa automatycznie skręca się do środka i dalej ruch kontynuowany jest poprzez inwersję w dolnym stawie skokowym. Tego rodzaju ruch rotacyjny obok górnego i dolnego stawu skokowego obejmuje również stawy Choparta, Lisfranca i stawy palców. Supinacja polega na uniesieniu brzegu przyśrodkowego stopy. Równocześnie towarzyszy mu ruch przywiedzenia stopy, który zachodzi zarówno w dolnych stawach skokowych, w stawach Choparta, jak i stawach stępowo-śródstopnych.

Podczas pronacji obserwuje się ruchy w odwrotnym kierunku: dochodzi do przywiedzenia i ewersji w dolnym stawie skokowym, a uniesieniu ulega boczna krawędź stopy. Na końcu tego ruchu dochodzi do zgięcia grzbietowego i przywiedzenia w górnym stawie skokowym [56].

W trakcie pronacji i supinacji dochodzi do przeciwskrętu podskokowej płaszczyzny stopy, którą można w następujący sposób przetestować: jedną ręką stabilizuje się piętę, a drugą ręką obejmuje się przodostopie od strony przyśrodkowej na wysokości główek kości śródstopia. Następnie skręca się przodostopie w stosunku do pięty. Podczas tego ruchu dochodzi do około 30° przywiedzenia lub odwiedzenia w dolnym i przednim stawie skokowym.

Fizjologiczny zakres supinacji wynosi 35°, a pronacji 15° [14].

„Skręcenie" stopy

Rohen [57] zwrócił uwagę, że u człowieka promień 1 palca stopy w przeciwieństwie do kciuka nie uległ skróceniu a wydłużeniu. Na skutek tego utracił zdolność do opozycji, ale stał się przez to elementem nośnym, swego rodzaju dźwigarem podtrzymującym wysklepienie podłużne stopy: „wraz z uniesieniem w ludzkiej stopie pojawiło się charakterystyczne skręcenie (torsja). I kość śródstopia jest bardziej przysadzista od pozostałych kości śródstopia i sama w swej budowie skręcona, a nawet w taki sam sposób jak cała stopa podczas fazy przetaczania: w części bliższej skręcona jest w kierunku supinacyjnym, a w części dalszej w kierunku pronacyjnym. Jak tylko dziecko stanie na palcach, to automatycznie zwiększa skręcenie do wewnątrz tyłostopia przy jednoczesnym przeciwstronnym skręceniu przodostopia w kierunku jego pronacji". O „skręceniu" stopy (➢ rozdz. 7.3.1).

Powstanie wysklepienia stopy

Konstrukcja wysklepienia stopy oparta jest na tym, że przyśrodkowy promień stopy (utworzony przez kość skokową, kość łódkową, trzy kości klinowe i promienie trzech pierwszych palców) oraz boczny promień stopy (utworzony przez kość piętową, kość sześcienną oraz promienie dwóch zewnętrznie położonych palców) są ułożone w specyficzny sposób w stosunku do siebie (➢ ryc. 1.2).

Podłużny łuk stopy utworzony jest w ten sposób, że przyśrodkowy promień stopy, który kończy się na kości skokowej, nakłada się skośnie na promień boczny stopy, kończący się na kości piętowej. Kość skokowa spoczywa na szerokiej płaszczyźnie podstawy kości piętowej – podpórce kości skokowej. Dzięki temu przyśrodkowy promień stopy jest uniesiony kilka centymetrów nad podłoże. Dopiero staw podstawny palucha ponownie ma kontakt z podłożem. Natomiast promień boczny stopy na całym swoim przebiegu kontaktuje się z podłożem.

Wysklepienie poprzeczne stopy jest skutkiem bocznego nakładania się na siebie przyśrodkowego i bocznego promienia stopy. Rohen [57] wskazuje, że w przedniej części stępu łuk poprzeczny uwarunkowany jest kształtem kości klinowatych. W przekroju poprzecznym właśnie te trzy kości mają kształt klinowaty. Podstawa pierwszej kości klinowatej znajduje się podeszwowo, natomiast pozostałych grzbietowo. W ten

Ryc. 1.2 Zachodzące na siebie promień przyśrodkowy i boczny stopy tworzą wysklepienie podłużne. Boczne nakładanie się na siebie promieni stopy tworzy natomiast wysklepienie poprzeczne.

sposób utworzona jest konstrukcja przypominająca nieco tzw. łuk rzymski. Kość sześcienna zamyka ten łuk od boku i wspiera go na bocznym promieniu stopy. Poprzeczne wysklepienie stopy podtrzymywane jest przede wszystkim przez mięsień piszczelowy tylny i mięsień strzałkowy długi (zob. niżej). Poprzeczne wysklepienie stopy spłaszcza się w kierunku palców, jest jednak jeszcze wyraźne (ulega napięciu) na wysokości główek I–V kości śródstopia. Ten odcinek łuku poprzecznego zwiera głowa poprzeczna mięśnia przywodziciela palucha. Ogólnie wysklepienie stopy tworzą trzy łuki. Łuki te rozciągają się:

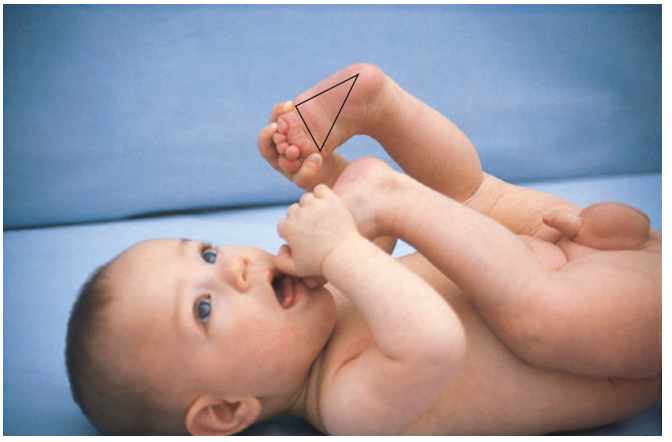
- od pięty do I kości śródstopia,
- od pięty do V kości śródstopia,
- od I do V kości śródstopia.

W ten sposób utworzone są dwa łuki podłużne – przyśrodkowy i boczny oraz łuk poprzeczny w obrębie przodostopia. Dzięki temu obciążenie od strony podudzia przenoszone przez górny staw skokowy rozkładane jest na wysokości kości skokowej na 3 kąty płaszczyzny podparcia utworzone przez piętę i główki I oraz V kości śródstopia [30, 54].

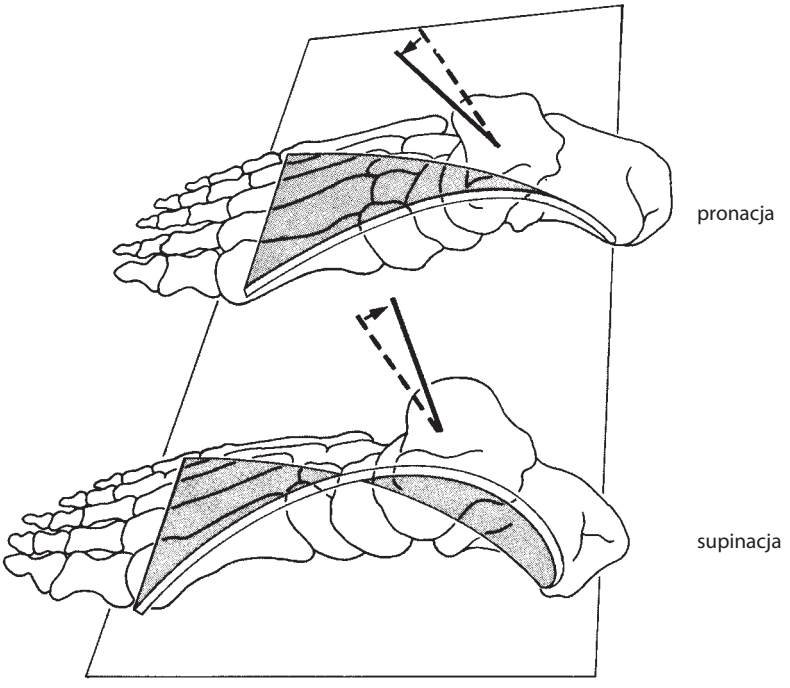
Konstrukcja każdego wysklepienia posiada 3 wymiary: długość, szerokość i wysokość. Dla wysklepienia stopy:

- Pierwszym wymiarem jest jego funkcjonalna długość; łuk ten przebiega diagonalnie od pięty po podstawę palucha. Jeżeli na skutek wadliwego ustawienia stopy zaburzeniu ulega funkcjonalna długość tego łuku, to automatycznie wywiera to wpływ na wysokość oraz szerokość stopy.
- Drugim wymiarem jest szerokość; największa na dystalnym końcu I–V kości śródstopia.
- Trzeci wymiar stanowi wysokość:
  - dla wysklepienia poprzecznego największa na wysokości od kości łódkowatej do kości sześciennej,
  - dla wysklepień podłużnych na wysokości kości skokowej i II kości śródstopia.

W rozwoju stopy struktury tworzące jej wysklepienie są już stymulowane i kształtowane zanim jeszcze dziecko potrafi stać. Podczas spontanicznej aktywności niemowlę chwyta za stopy, przez co ćwiczy te struktury, które odpowiadają za zwieranie łuków stopy, i tym samym wywiera wpływ na wszystkie 3 wymiary: czynnościową długość, szerokość i wysokość wysklepienia stopy (➢ ryc. 1.3). Tak się dzieje, kiedy uniesiony zostaje przyśrodkowy brzeg stopy, tzn. stopa ulega supinacji (we wzorcu ruchowym rotacji zewnętrznej, odwiedzeniu i zgięciu bioder oraz zgięciu kolan). Tylko w warunkach supinacji może kształtować się wielowymiarowe wysklepienie stopy (➢ ryc. 1.4).



Ryc. 1.3 Niemowlę wywiera wpływ na 3 wymiary wysklepienia stóp: funkcjonalną długość (pięta – paluch), szerokość (dalszy koniec I–V kości śródstopia) oraz wysokość (kość łódkowata – kość sześcienna).



Ryc. 1.4 Tylko supinacja działa kształtująco na długość wysklepienia stopy.

Czynne mechanizmy utrzymania wysklepienia stopy

Łuki stopy napinane są przez mięśnie, więzadła i rozcięgno podeszwowe:

- Podłużne wysklepienie stopy podtrzymywane jest przez krótkie mięśnie stopy (odwodziciel palucha, zginacz palucha krótki, zginacz palców krótki, odwodziciel palca małego), rozcięgno podeszwowe, więzadło podeszwowe długie, mięsień piszczelowy tylny i głowę skośną przywodziciela.

- Poprzeczne wysklepienie stopy zwiera mięsień piszczelowy tylny (dzięki swemu wachlarzowatemu przebiegowi po stronie podeszwowej stopy), strzałkowy długi, mięśnie międzykostne na skutek zwierającego działania na kości śródstopia, oraz głowa poprzeczna przywodziciela palucha.

Do podtrzymania łuków stopy szczególnie ważny jest *mięsień piszczelowy tylny.* Jego ścięgno przebiega wzdłuż głowy kości skokowej i przyczepia się do dolnej części kości łódkowatej, podpórki kości skokowej, trzech kości klinowatych i podstaw kości śródstopia II i IV [31]. Przymocowując się do szczytu wysklepienia czynnie przeciwdziała ześlizgiwaniu się głowy kości skokowej [57]. Ponadto mięsień piszczelowy tylny w płaszczyźnie strzałkowej działa jako zginacz podeszwowy, w płaszczyźnie czołowej jest supinatorem, a w płaszczyźnie poprzecznej działa jako rotator wewnętrzny na dolny staw skokowy. Jego trójpłaszczyznowy wpływ na stopę jest wykorzystywany w terapii w płaszczyźnie strzałkowej (= zgięcie podeszwowe), w płaszczyźnie czołowej (= supinacja) oraz w płaszczyźnie poprzecznej (= rotacja wewnętrzna w dolnym stawie skokowym) [21].

Mięsień strzałkowy długi jako antagonista mięśnia piszczelowego przedniego dba o statykę wysklepienia stopy. Ścięgna mięśnia piszczelowego przedniego rozprzestrzeniają się w obrębie przyśrodkowego brzegu stopy, grzbietowej części I kości klinowatej oraz podstawy I kości śródstopia. Przyczepia się zatem przed najwyższym punktem wysklepienia stopy i dlatego wywiera na nie wpływ spłaszczający. Ścięgno mięśnia strzałkowego długiego przebiega wzdłuż tylnej powierzchni kostki bocznej. Dzięki kostno-włóknistemu kanałowi dociera również do przyśrodkowego brzegu podeszwy stopy i przyczepia się naprzeciw przyczepu mięśnia piszczelowego przedniego. Te trzy mięśnie: piszczelowy przedni, piszczelowy tylny i strzałkowy długi, w istotny sposób wpływają na czynną równowagę wysokości wysklepienia stopy [57].

Ostatecznie na ukształtowanie wysklepienia stopy wpływają te mięśnie, które unoszą przyśrodkową krawędź stopy, tzn. supinatory stopy. Do tych mięśni, obok mięśnia piszczelowego przedniego i tylnego, należą mięsień trójgłowy łydki, zginacz palców długi i zginacz palucha długi. Ze względu na swój skośny przebieg szczególne znaczenie ma silny mięsień zginacz palucha długi, ponieważ jego ścięgno biegnie bezpośrednio pod podpórką kości skokowej i tym samym bardzo istotnie wpływa na zachowanie wysklepienia podłużnego stopy.

Według Rohena [57] przewaga ilościowa w postaci aż pięciu supinatorów nie jest konieczna dla dynamicznej funkcji dolnego stawu skokowego, a jedynym wytłumaczeniem takiej sytuacji jest zabezpieczenie konstrukcji wysklepienia stopy.

Supinacja oznacza uniesienie przyśrodkowego brzegu stopy i tym samym zwiększenie jej podłużnego wysklepienia.

Rohen [57] wskazuje na *czynnościowe skrzyżowanie* ścięgien zginaczy u człowieka: „Wraz z rozwojem wyprostowanego chodu i kątowego ustawienia stopy doszło do zmiany położenia grupy mięśniowej zginaczy. U małpiatek i lemurów w obrębie podudzia znajdują się dwa długie zginacze – przyśrodkowy i boczny. Z obu wychodzi pięć ścięgien w kierunku palców. U człowieka boczny zginacz utracił swoje ścięgna zaopatrujące palce, a zachował przyczep jedynie w obrębie palucha, zostając tylko jego zginaczem. Paluch stał się dźwigarem podłużnego wysklepienia stopy. Przyśrodkowy zginacz natomiast utracił swój przyczep do palca I i pozostał zginaczem pozostałych czterech palców stopy. Ścięgna tych mięśni krzyżują się w krytycznym punkcie wysklepienia stopy na wysokości dolnego stawu skokowego, stając się tym samym bardzo ważnym elementem podtrzymującym wysklepienie stopy”.

1.2 Fizjologiczny rozwój kończyny dolnej w pozycji leżącej tyłem

Do 6 tygodnia życia noworodek wykonuje „prymitywne" ruchy nogami [75]. Owe „prymitywne" fikanie nogami objawia się naprzemiennymi ruchami zgięcia i wyprostu stawów kolanowych w płaszczyźnie strzałkowej. Miednica w trakcie tych ruchów zginania i prostowania pozostaje cały czas w pozycji zgięciowej, a ruchy te ograniczają się jedynie do stawów kolanowych (➢ ryc. 1.5).
Ruchy zginania nóg wywierają wpływ na miednicę, stawy biodrowe i stawy kolanowe, a podczas ich wykonywania stopa ustawia się koślawo. Przodo- i tyłostopie odchyla się do ustawienia w ewersji, ponieważ pięta nie jest jeszcze ustawiona w pozycji pośredniej.

Ruchy prostowania wpływają tylko na stawy kolanowe, miednica i biodra podczas nich pozostają zgięte. Prostowanie wykonywane jest głównie przez mięsień prosty uda, a pozostałe części mięśnia czworogłowego uda (część pośrednia, przyśrodkowa i boczna) w tym wieku są jeszcze mało aktywne. Dopiero podczas obciążenia kolana, tzw. *podporu na kolanie* dochodzi do pełnej aktywacji całego mięśnia czworogłowego [75].

Od *4/6 tygodnia życia* noworodek jest w stanie ufiksować wzrok na przedmiocie, który znajduje się nad nim. Spogląda też na twarz rodziców lub każdej innej osoby, która zajmuje się jego pielęgnacją np. podczas przewijania. W ten sposób nie tylko uczy się rozpoznawać twarz opiekuna, ale również za pomocą wzroku utrzymywać głowę w pozycji pośrodkowej względem ciała. Dopiero dzięki takiemu ustawieniu głowy dziecko jest w stanie stabilnie utrzymywać pozycję w leżeniu tyłem. W ten sposób dochodzi do prawidłowego przemieszczenia środka ciężkości w płaszczyźnie czołowej [74].

Rozwój umiejętności chwytania stóp w pozycji leżenia tyłem

W *3/4 miesiącu życia* niemowlę stabilnie leży tyłem, łańcuchy mięśniowe tułowia po stronie brzusznej i grzbietowej pracują razem. Kręgosłup w tym momencie jest symetrycznie wyprostowany. Głowa i tułów stanowią punkt podporu dla obręczy barkowej i biodrowej. W takiej pozycji niemowlę jest w stanie skręcać swoje stawy barkowe i biodrowe na zewnątrz. W tej fazie rozpoczyna się kształtowanie rotacji zewnętrznej w głównych stawach w stosunku do tułowia [75]. Poprzez te tzw. stawy kluczowe, tzn. stawy barkowe i stawy biodrowe, ruchy tułowia będą przenoszone na całe kończyny górne i dolne. Zdolność do takiego pośrednictwa jest właśnie zależna od ruchów rotacyjnych. Rotacja zewnętrzna przy tym ułatwia przenoszenie ruchów w kierunku ręki i stopy, natomiast rotacja wewnętrzna działa tutaj hamująco.

Dzięki stabilności tułowia i zdolności do rotacji zewnętrznej stawów kluczowych ręce i stopy mogą być utrzymywane przed ciałem wbrew działaniu siły grawitacji. Najpierw dziecko opanowuje utrzymanie nóg w rotacji zewnętrznej, odwiedzeniu i zgięciu stawów biodrowych, a także zgięciu stawów kolanowych (➢ ryc. 1.6).

Aby nogi nie opadały na zewnątrz lub do wewnątrz, konieczna jest współpraca łańcuchów mięśniowych przywodzicieli i rotatorów zewnętrznych stawów biodrowych. Napięcie zgiętych nóg daje postawę umożliwiającą wykonywanie ruchów stopą. W 3/4 miesiącu życia przodostopie i pięta ustawione są w pozycji pośredniej, rozpoczyna się teraz kształtowanie pełnej supinacji. Zanika koślawe ustawienie pięty.

W pierwszym roku życia niemowlak porusza się za pomocą kompletnych, globalnych wzorców ruchowych. *Pod koniec 4 miesiąca życia* zaczyna sięgać po przedmiot i również chwyta swoje stopy [74]. To sięganie możliwe jest tylko przy wyprostowanym kręgosłupie, gdy górna część tułowia i głowa tworzą podstawę dla obręczy barkowej i biodrowej (➢ ryc. 1.7). W sytuacji, kiedy w pozycji leżącej tyłem unosi ramiona i nogi przed siebie to nie tylko kręgosłup wyprostowany jest symetrycznie, ale również stawy barkowe i biodrowe ustawiają się w rotacji zewnętrznej. Dłonie i stopy stykają się ze sobą. Stopy stykają się ze sobą podeszwami w ustawieniu supinacyjnym, a palce zachodzą na siebie i zginają się. Te ruchy palcami przypominające chwytanie wzmacniają mięśnie stopy odpowiedzialne za podłużne i poprzeczne wysklepienie

Ryc. 1.5 „Prymitywne" pedałowanie (fikanie) nogami noworodka w pierwszych 6 tygodniach życia. Tego typu ruchy wykonywane są tylko w płaszczyźnie strzałkowej.

Ryc. 1.6 Głowa i tułów tworzą płaszczyznę podparcia dla obręczy barkowej i biodrowej, początek kształtowania się rotacji zewnętrznej w stawach barkowych i biodrowych.

Ryc. 1.7 Od 4 miesiąca życia chwytanie rąk i stóp.

(każdy może poczuć to u siebie, jeśli tylko spróbuje silnie szponiasto ustawić palce u stóp, to automatycznie napną się mięśnie po stronie podeszwowej i pojawi się łukowate wysklepienie).

Poprzez „chwytanie" palcami stóp dochodzi do wzmocnienia mięśni odpowiedzialnych za wysklepienie podłużne i poprzeczne stóp.

W trakcie poruszania palcami stóp, przypominającego ruchy chwytania, stawy biodrowe są zgięte, odwiedzione i zrotowane na zewnątrz. Kolana są zgięte, a stopy odwrócone. Ten wzorzec ruchowy z miesiąca na miesiąc staje się coraz bardziej dojrzały. Utrzymywanie bioder w odwiedzeniu jest najsilniejsze u *pięciomiesięcznego niemowlęcia* (maksimum odwiedzenia), czemu towarzyszy bardzo silne odwrócenie stóp.

Kiedy dziecko zaczyna wkładać swoje stopy do ust, wzorzec rotacji zewnętrznej, odwiedzenia i zgięcia bioder, zgięcia kolan i supinacji stóp jest optymalnie wykształcony (➢ ryc. 1.10). W tej fazie rozwoju stawy biodrowe osiągają zdolność do maksymalnej rotacji zewnętrznej (maksimum rotacji).

Aby staw biodrowy rozwijał się w formie stawu kulistego konieczne są ruchy rotacji zewnętrznej, odwiedzenia i zgięcia. Zwłaszcza ruchy rotacji zewnętrznej mają tutaj bardzo ważne znaczenie. Szczególnie wtedy, kiedy niemowlę wkłada stopy do ust, występuje maksymalna rotacja bioder, czemu ponownie towarzyszy pełna supinacja stóp (➢ ryc. 1.8).

Czynności chwytne kształtują wysklepienie stóp

Łukowate wysklepienie stóp jest tak samo charakterystyczne dla człowieka jak zdolności chwytne ręki. Zanim jednak dziecko stanie na własnych stopach, najpierw próbuje nimi chwytać. Stopa niemowlaka posiada zatem obie funkcje, najpierw chwytną, a później podporową. Rohen [57] wskazuje na to, że człekokształtne małpy podczas chwilowego wyprostowanego chodu ciągle zachowują chwytną funkcję stopy i podporową dłoni: „Każda kończyna posiada obie te funkcje. Wyprostowany chód sprzyja tłumieniu jednej z tych zdolności. W ten sposób w pozycji stojącej oraz podczas chodu stopa staje się czystym narządem podporowym, a ręka chwytnym."

W rozwoju ruchowym niemowlaka czynności chwytne stopy można zauważyć w *6/7 miesiącu życia*. Dziecko w tym okresie potrafi stopami chwycić kubek (➢ ryc. 1.9). Podczas tej czynności obciąża boczne krawędzie stóp, a odciąża przyśrodkowe, podobnie jak małpa podczas wspinania się na drzewo.

Warunkiem umożliwiającym chwytanie stopami jest rotacja zewnętrzna, odwiedzenie i zgięcie bioder, zgięcie kolan i odwrócenie stóp. Poprzez uniesienie przyśrodkowego brzegu stopy ustawia się ona w odwróceniu (➢ ryc. 1.10). Ruch odwracania kształtuje u niemowlaka zarówno wysklepienie stóp, jak i powiązane z nim 3 czynnościowe jej wymiary, tzn. czynnościową długość (od pięty do palucha), czynnościową szerokość (w obrębie dalszego końca I–V kości śródstopia) oraz czynnościową wysokość (poprzeczny łuk pod stępem od kości łódkowatej do kości sześciennej, łuk podłużny pod kością skokową i II kością śródstopia) (➢ rozdz. 1.1).

Tylko w supinacyjnym ustawieniu stopy kształtuje się czynnościowa długość stopy z jej 3 wymiarami (➢ ryc. 1.4, ➢ ryc. 1.11).

Supinacja jako warunek chwytania

Ruch chwytania w obrębie ręki i stopy w pierwszym roku życia wykonywany jest wg tego samego wzorca. By dziecko mogło w sposób celowy chwycić jakiś przedmiot, dłoń musi być otwarta, tzn. ustawiona w supinacji z odwiedzionym kciukiem. Warunkiem tego jest rotacja zewnętrzna w stawie barkowym, bowiem

Ryc. 1.8 Kiedy dziecko wkłada swoje stopy do ust, to w pełni wykształcony jest wzorzec ruchowy charakteryzujący się rotacją zewnętrzną, odwiedzeniem i zgięciem bioder, zgięciem kolan i odwróceniem stóp. Ta czynność wymaga maksymalnej rotacji stawów biodrowych.

Ryc. 1.9 W 6/7 miesiącu życia w pełni wykształcona jest funkcja chwytna stóp. Podczas chwytania przedmiotu stopami obciążane są brzegi boczne stopy, a brzegi przyśrodkowe ulegają uniesieniu.

Ryc. 1.10 Wkładając swoje stopy do ust, niemowlak kształtuje i doskonali ich zdolność do odwracania wraz z kształtowaniem 3 wymiarów swoich stóp: czynnościowej długości (od pięty do podstawy palucha), czynnościowej szerokości (dalszy koniec I–V kości śródstopia) oraz czynnościowej wysokości (pod stawem skokowym).

Ryc. 1.11 Chwytanie dłonią i stopą jest możliwe tylko w ustawieniu supinacyjnym.

tylko wtedy dłoń się otwiera i jest możliwy chwyt. Bark i ręka tworzą tutaj czynnościową jedność. Podobne warunki są podczas czynności chwytnych stóp. Analogiczny plan ruchu, jak w odniesieniu do ręki, istnieje w obrębie stopy. Kości śródstopia zachowują się przy tym tak samo jak kości śródręcza.

By możliwa była czynność chwytna stopą, noga musi się ustawić w rotacji zewnętrznej, odwiedzeniu i zgięciu w biodrze, zgięciu w kolanie oraz w supinacji w obrębie stopy. W tym wzorcu ruchu szczególnie ściśle ze sobą powiązane są ruchy pronacji i supinacji stopy z ruchami rotacyjnymi biodra: jednocześnie z rotacją zewnętrzną biodra zachodzi supinacja stopy, co odpowiada jej rotacji na zewnątrz. We wzorcu, w którym biodro rotuje się do wewnątrz, przywodzi i zgina oraz zgina się kolano, stopa ulega pronacji, czyli rotuje się do wewnątrz. Podsumowując można powiedzieć, że rotacja zewnętrzna biodra umożliwia rotację zewnętrzną stopy, a rotacja wewnętrzna w biodrze z kolei rotację wewnętrzną stopy.

Każdy może to wyczuć w pozycji siedzącej. Jeżeli nogi ustawione są w zgięciu w biodrach i kolanach oraz w rozkroku, to przy równoległym ustawieniu podudzi możliwe jest ustawienie stóp stronami podeszwowymi do siebie. Supinacja i rotacja zewnętrzna stóp automatycznie pociągają za sobą dalsze odwiedzenie bioder i ich rotację zewnętrzną. Jeżeli wykona się ruch nawrócenia i rotacji wewnętrznej stóp, to automatycznie kolana zbliżają się do siebie, co odpowiada przywiedzeniu bioder i ich rotacji wewnętrznej.

Rotacja zewnętrzna działa tutaj normalizująco na wykonywane ruchy, a z kolei rotacja wewnętrzna ma działanie hamujące. Z tego względu w trakcie terapii należy osiągnąć naturalną możliwość do rotacji zewnętrznej stopy. Podobnie do ruchu otwierania dłoni otwiera się powierzchnia podeszwowa stopy: supinacja stopy pociąga za sobą odwiedzenie palucha (➔ ryc. 1.12) przy zewnętrznej rotacji biodra.

Odruch chwytny palców

Odruch chwytny stóp jest wrodzony i trwa przez pierwszy rok życia. Zanika w trakcie chodzenia, podczas fazy przetaczania oraz w staniu na palcach [74].

U dzieci ze spastyczną diparezą odruch chwytny stóp jest osłabiony lub nie występuje w ogóle. Dzieci te cechuje słabe wykształcenie wysklepienia podłużnego i poprzecznego stóp. Fizjologiczny wzorzec ruchu jest zaburzony w całej nodze od bioder do stóp. Dominuje u nich rotacja wewnętrzna, przywiedzenie i wyprost całej kończyny. Nie występuje unoszenie nóg ponad tułów i wzajemne dotykanie podeszwami stóp. Mięśnie stopy nie są pobudzane poprzez ruchy chwytania palcami stóp. Przez to podeszwa stopy jest zazwyczaj płaska i słabo wykształcona, wysokość stopy nie jest wykształcona, stopa załamuje się na zewnątrz i w wyniku tego pięta ustawia się koślawo.