

POSTUROLOGIA – NAUKA O POSTAWIE CIAŁA CZŁOWIEKA

POSTUROLOGY – THE SCIENCE OF HUMAN-BODY POSTURE

Jacek Wilczyński

Zakład Rehabilitacji Narządu Słuchu i Równowagi, Instytut Fizjoterapii

Wydział Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Stanisław Bień

STRESZCZENIE

Do utrzymania człowieka w pozycji stojącej służy złożony mechanizm neurofizjologiczny, którego tajemnice dopiero zaczęto poznawać. Stosunkowo niedawno zrozumiano, jakim zjawiskiem fizjologicznym zawdzięcza się możliwość utrzymywania pozycji stojącej. Dzięki posturologii jesteśmy w stanie przyjąć z pomocą osobom, które mają wady postawy lub mają trudności z jej utrzymaniem. Jednym z pierwszych posturologów był XIX-wieczny niemiecki lekarz Karl von Vierordt. Wkładał badanym osobom szpiczaste hełmy zakończone piórem połączonym z zaczernioną kartką papieru. To proste urządzenie rejestrowało wahnięcia postawy. W ten sposób Karl von Vierordt stworzył podstawy posturologii.

Twórcą współczesnej posturologii jest francuski lekarz Jean Bernard Baron z paryskiego Centre National de la Recherche Scientifique. W 1969 roku powstało we Francji Międzynarodowe Towarzystwo Posturologiczne. W 1986 roku inny francuski lekarz Pierre Marie Gagey założył Instytut Posturologii. W Polsce przyjął się termin reedukacja posturalna wprowadzony przez Marię Kutzner-Kozińską, a rozwijany przez Janusza Nowotnego, dotyczący głównie wad postawy ciała. Z kolei przedsiódkowymi i okulomotorycznymi zaburzeniami posturalnymi zajmują się otoneurolodzy. O powodzeniu terapii zaburzeń posturalnych decyduje znajomość ich źródeł, co umożliwia przyczynowe, a nie objawowe postępowanie. Wymaga to wszechstronnego i starannego przygotowania terapeutów – posturologów. Posturologia skupia wiedzę z wielu dyscyplin, m.in. otoneurologii, ortopedii, neurologii, okulistyki, kinezylogii, fizjoterapii i psychoterapii. Pierwszy etap badań nad postawą ciała człowieka przypada na okres formułowania się biomechaniki jako nauki. Zagadnienie postawy nie sprowadza się jednak tylko do statycznej kompozycji poszczególnych odcinków ciała, ciało ludzkie bowiem nie jest newtonowską sztywną bryłą. Utrzymywanie pionowej postawy jest swego rodzaju aktem ruchowym, zdolnością koordynacyjną, a właśnie rozwój koordynacji jest procesem długotrwałym, wymagającym ogromnej liczby powtórzeń. Należy mieć nadzieję, że i w naszym kraju dojdzie do popularyzacji posturologii, i że nastąpi to w niedalekiej przyszłości.

Słowa kluczowe: postawy reedukacji, posturografia, złe postawy, biomechanika, zaburzenia postawy.

SUMMARY

A complex neurophysiological mechanism, the mysteries of which we have just begun to explore, serves in maintaining a human-being in the standing position. It is relatively recently that we have understood to what physiological phenomena we owe the ability to maintain a standing position. Thanks to posturology we are able to help people who have bad posture or have difficulties with its maintaining. One of the first contemporary posturologists was Jean Bernard Baron, a doctor from the Parisian Centre National de la Recherche Scientifique. In 1969, the International Posturology Association (Association Posturologie Internationale) originated in France. In 1986, another French doctor, Pierre Marie Gagey, founded the Institute of Posturology (Institut de Posturologie). In Poland, the term postural re-education, introduced by Maria Kutzner-Kozińska and developed by Janusz Nowotny, was adopted and concerns mainly body posture disorders. Oculomotor posture disorders are attended to by oto-neurologists. A need exists to integrate these two fields and establish posturology in our country as well. The knowledge of the sources of postural disorders decides the success of their therapy, which allows for causal, and not symptomatic, procedures. This requires a comprehensive and thorough therapists' – posturologists' – preparation. Posturology concentrates knowledge from many disciplines, i.e. oto-neurology, oculomotorics, orthopaedics, neurology, ophthalmology, kinesiology, physiotherapy and psychotherapy. The first phase of research on the posture of a human body falls on the period of formulating biomechanics as a science. The problem of posture does not, however, only amount to a static composition of individual body segments. The human body is not a Newtonian rigid body, but rather a Planck quantum system, thus maintaining a vertical posture is a kind of motor act. Maintaining a certain posture is a coordination ability, and it is the development of coordination which is a long-lasting process, requiring a great number of repetitions. As a result, posturography developed. Let us hope that in our country as well we will live to see a science named posturology and that this will occur in the near future.

Key words: postural re-education, posturography, bad posture, biomechanics, postural disorders.

WSTĘP

Jeżeli uważnie rozejrzeć się wokół siebie to u wielu osób dostrzec można wady postawy. Ludzie stoją, przechylając głowę w lewo lub w prawo, trzymają jedno ramię wyżej lub się garbią. Niektórzy nie potrafią stać w bezruchu, źle się wtedy czują, mają zawroty głowy. Zdarza się to często osobom starszym, czy też ludziom, którzy doznali urazu głowy. Często przyczyna tych dolegliwości nie jest jasna. Szacuje się, że problemy te dotyczą około 25% populacji Polaków. Dzięki posturologii jesteśmy w stanie przyjść z pomocą osobom, które mają wady postawy lub mają trudności z jej utrzymaniem.

Jednym z pierwszych współczesnych posturologów był lekarz Jean Bernard Baron z paryskiego Centre National de la Recherche Scientifique. W 1969 roku powstało we Francji Międzynarodowe Towarzystwo Posturologiczne (*Association Posturologie Internationale*). W 1986 roku inny francuski lekarz Pierre Marie Gagey założył Instytut Posturologii (*Institut de Posturologie*) (rys. 1) [1–7]. Instytuty takie istnieją w wielu krajach na całym świecie m.in. w: Szwajcarii, Niemczech, Belgii, Włoszech, Portugalii, Hiszpanii, Rosji, Kanadzie, Brazylii. Wyniki badań i poglądy na temat mechanizmów kontroli chodu i postawy człowieka publikowane są choćby w periodyku naukowym „Gait & Posture”, wydawanym w Wielkiej Brytanii.

W Polsce przyjął się termin **reedukacja posturalna** wprowadzony przez Marię Kutzner-Kozińską [8], a rozwijany przez Janusza Nowotnego, dotyczący

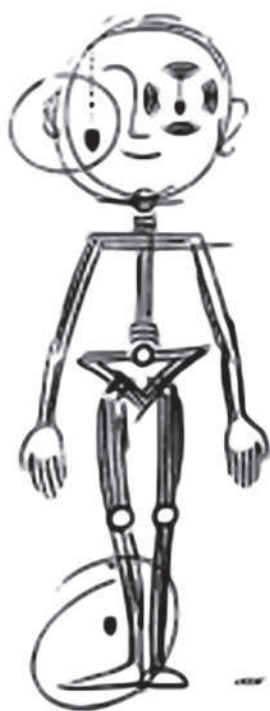
głównie wad postawy ciała [9]. Z kolei przedsiódkowymi i okulomotorycznymi zaburzeniami posturalnymi zajmują się otoneurologdzy. Istnieje potrzeba integracji tych dwóch dziedzin i popularyzacji w naszym kraju posturologii.

O powodzeniu terapii zaburzeń posturalnych decyduje znajomość ich źródeł, co umożliwia przyczynowe, a nie objawowe postępowanie. Wymaga to wszechstronnego i starannego przygotowania terapeutów – posturologów. Posturologia skupia wiedzę z wielu dyscyplin, m.in. otoneurologii, ortopedii, neurologii, okulistyki, kinezylogii, fizjoterapii i psychoterapii.

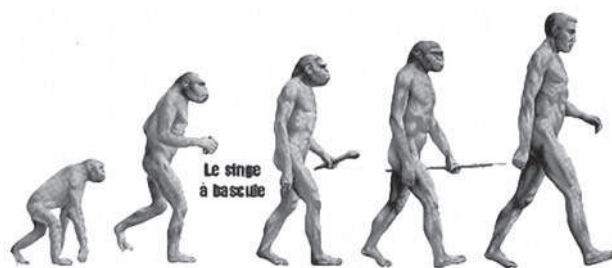
Postawa stojąca

Do utrzymania człowieka w pozycji stojącej służy złożony mechanizm neurofizjologiczny, którego tajemnice dopiero zaczęto poznawać. Stosunkowo niedawno zrozumiano, jakim zjawiskom fizjologicznym zawdzięcza się możliwość utrzymywania pozycji stojącej [1]. Antropologia, genetyka, embriologia i anatomia porównawcza wskazują, że człowiek przekształcił się z czworonoga. Początków ewolucji należy szukać w okresie oligoceńskim, kiedy to protoplasta człowieka przybrał wyprostowaną postawę ciała (rys. 2). Według Pierre Teilharda de Chardin (1881–1955) człowiek, stojąc na czele kosmoewolucji, podlega ciągłym ukierunkowanym zmianom rozwojowym zmierzającym do punktu Omega (Ω -Point). Od około 200 000 lat zmiany te dotyczą głównie ośrodkowego układu nerwowego, osobowości i świadomości. W mniejszym stopniu widoczne są także w budowie i postawie ciała [10, 11].

Cechą charakterystyczną postawy jest pionowe ustawienie osi ciała względem płaszczyzny podparcia. Taka orientacja ciała w polu grawitacyjnym powoduje, że człowiek jest ustawicznie narażony na utratę równowagi. Jedynie dzięki procesom nerwowym związanym z aktywną kontrolą postawy kompensowane są skutki niestabilności. Kontrola nerwowa zapewnia optymalny margines stabilności, pozwalający skutecznie realizować wszelką aktywność ruchową, z lokomocją włącznie. Uwolnienie



Rys. 1. Logo francuskiego Instytutu Posturologii [1].



Rys. 2. Symbolicznie przedstawiona ewolucja postawy ciała człowieka [26].

kończyn górnych od funkcji podporowej i przyjęcie pozycji dwunożnej spowodowało znaczne uniesienie ogólnego środka ciężkości oraz zmniejszenie płaszczyzny podparcia. Taki układ ciała jest bardzo niestabilny. Utrzymywanie równowagi w tej pozycji jest przejawem precyzyjnej koordynacji nerwowo-mięśniowej. Człowiek, utrzymując równowagę ciała w pozycji pionowej, ciągle ją traci, a następnie odzyskuje. Utrzymywanie równowagi jest to zatem ciągłe wykonywanie ruchów korygujących, przywracających właściwe położenie ogólnego środka ciężkości ciała względem płaszczyzny podparcia. Morfologicznym podłożem regulacji jest narząd ruchu. Funkcję sterującą pełni układ nerwowy [12, 13]. Mechanizmy odpowiedzialne za zachowanie równowagi ciała kontrolowane są przez wiele narządów o złożonej anatomii i fizjologii. Zadaniem układu posturalnego jest:

- dostarczenie aktualnych danych o pozycji ciała w przestrzeni, o kierunku i prędkości jego ruchu,
- szybka, zapobiegająca upadkowi reakcja, korygująca każde odchylenie środka ciężkości ciała od pozycji równowagi w obrębie pola podstawy,
- kontrola ruchu gałek ocznych w celu utrzymania stabilnego obrazu otaczającej przestrzeni, podczas ruchu danej osoby, jej otoczenia lub obu jednocześnie [14–16].

Aby sprostać tym zadaniom, narząd równowagi odbiera bodźce z otaczającego środowiska poprzez receptory w narządzie przedsionkowym, proprioreceptory oraz narząd wzroku. W złożonym systemie mechanizmów odpowiedzialnych za kontrolę postawy można wyszczególnić dwa odrębne, jednak uzależnione od siebie układy.

Pierwszy to układ stabilizujący spojrzenie, na który składa się kontrola kierunku i ostrości widzenia podczas czynności związanych z ruchami głowy i całego ciała. Drugi to układ stabilizujący postawę, który utrzymuje ciało w równowadze w spoczynku i w ruchu. Oba te układy różnią się źródłem informacji receptorowych, informacji o reakcjach ruchowych różnych części ciała oraz zaangażowaniem odmiennych szlaków w ośrodkowym układzie nerwowym. Natomiast prawidłowe widzenie, które zależy od stabilnego spojrzenia, jest jednym z podstawowych zmysłów umożliwiających kontrolę i stabilizację postawy [14–16].

W procesie stabilizacji spojrzenia bierze udział szereg składowych, do których zalicza się odruch przedsionkowo-okoruchowy (ang. *vestibulo-ocular reflex* – VOR), mechanizmy dowolnego śledzenia, ruchy sakkadowe gałek ocznych (skokowe ruchy gałek ocznych o wysokiej częstotliwości) oraz odruch fiksacyjny. Odruch przedsionkowo-okoruchowy stabilizuje spojrzenie podczas gwałtownych ruchów

głowy, ma mniejsze znaczenie przy wolnych ruchach. Wtedy kontrolę nad spojrzeniem przejmują mechanizmy dowolnego śledzenia, odruch siatkówkowo-okoruchowy, które nie zależą od informacji płynących z narządu przedsionkowego. Dla ich prawidłowego funkcjonowania konieczna jest obecność informacji wzrokowej, dotyczącej położenia śledzonego celu. Sakkadowe ruchy gałek ocznych pomagają uchwycić ponownie obiekt utracony z pola widzenia. Utrzymanie śledzonego obrazu w obrębie plamki żółtej zapewnia odruch fiksacyjny. Kluczową funkcję w powstawaniu odruchowych odpowiedzi okoruchowych i w znacznej mierze posturalnych pełni obwodowy narząd przedsionkowy [14–16].

Ale sama informacja przedsionkowa, wzrokowa i proprioceptywna nie są wystarczające. Aby Ośrodkowy Układ Nerwowy (OUN) mógł wykorzystać informacje dostarczone, musi ustalić ich wzajemne wobec siebie położenie. Zespół informacji dostarczanych do OUN przez przedsionek, proprioceptory i wzrok umożliwia człowiekowi stałe rozeznanie jego pozycji w przestrzeni oraz automatyczną stabilizację postawy. Można zatem mówić o układzie postawy. Człowieka w pozycji stojącej można porównać do odwróconego wahadła, które oscyluje lekko wokół wyznaczonej pozycji, a punktem „zawieszenia” są stopy. Dzięki posturologii możliwa jest projekcja jego środka ciężkości na płaszczyźnie wyznaczonej przez obrys stóp. Liczne badania dowiodły, że w przypadku zdrowej osoby stojącej w modelowym otoczeniu bez ruchu w ciągu jednej minuty projekcja środka ciężkości (ang. *center of gravity* – COG) wykazuje wahanie w obrębie 1 cm² [1].

Posturologia umożliwia wykrywanie, diagnozowanie, a następnie leczenie zaburzeń postawy. Poszczególne badania polegają na eliminowaniu kolejnych źródeł informacji przekazywanych do ośrodków nerwowych, a przyczyniających się do stabilizacji postawy. Na podstawie licznych doświadczeń stwierdzono, że w wyniku odcięcia informacji wzrokowych przez zamknięcie oczu precyzja działania układu postawy znacznie się obniża. Z otwartymi oczami jest o 250% większa. Ale jak już wspomniano, poszczególne receptory układu postawy mogą spełniać swoje zadania tylko w odpowiednim współdziałaniu.

Układ posturalny zapewnia stabilizację pola widzenia przy ruchach głowy lub całego ciała. Tak zwani niewidomi posturologicznie pacjenci nie są w stanie odebrać informacji wizualnej ani jej odczytać. Z tego względu określa się ich jako „niewidomych posturologicznych”. Specjalistą w zakresie tego specyficznego rodzaju dysfunkcji jest okulista Claudie Marucchi. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziła, że u niektórych normalnie rozwiniętych dzieci układ postawy funkcjonuje lepiej, gdy

oczy są otwarte [17]. A wiadomo, że roczne dziecko, które zaczyna chodzić, nie jest w stanie utrzymać pozycji stojącej bez pomocy wzroku. Jednocześnie najnowsze badania wskazują na to, że informacja wizualna u 10-letniego dziecka nie jest jeszcze całkowicie zintegrowana z całością układu postawy.

O zaburzeniach układu postawy i ewentualnej „ślepcie posturologicznej”, można mówić jedynie w odniesieniu do człowieka dorosłego, któremu łatwiej jest się utrzymać w pozycji stojącej z oczami zamkniętymi niż z otwartymi. Istnieje zresztą możliwość rehabilitacji przez ćwiczenia niejako zmuszające układ postawy do korzystania z informacji wizualnej, np. posługując się fotelem obrotowym, zakłóca się dopływ informacji z przedsionka ucha wewnętrznego, po czym umieszczając pacjenta na ruchomej platformie, hamuje się dopływ informacji dostarczanych przez stopy. W tej sytuacji jedynym zmysłem umożliwiającym utrzymanie pozycji stojącej staje się wzrok. Pierre Marie Gagey uważa, że na ogół trzy miesiące takich ćwiczeń wystarczają do rehabilitacji pacjenta [1, 5].

W jaki sposób posturolog bada potencjalnych chorych i wykrywa nieprawidłowości? Poza omówionym doświadczeniem „oczy otwarte – oczy zamknięte”, przeprowadza on badanie odruchów posturalnych. Służy do tego celu m.in. test opracowany przez japońskiego posturologa Tadashi Fukude. Mając zamknięte oczy i wyciągnięte przed siebie ręce, badany stara się pokonać niewielką przestrzeń, idąc po wyznaczonej linii. Czynność tę powtarza trzy razy: trzymając głowę zwróconą wprost przed siebie, w lewo i w prawo. W pierwszym przypadku obserwuje się zboczenie w lewo lub w prawo, w drugim w prawo, a w trzecim w lewo. Odchylenie od wyznaczonej linii nieprzekraczające 30° jest zjawiskiem prawidłowym. W przeciwnym wypadku istnieje możliwość zaburzeń w funkcjonowaniu układu postawy. Test ten służy do badania „odrchu szyjnego”, tzn. udziału mięśni karku w stabilizacji postawy. Nieprawidłowa reakcja świadczy o nierównomiernym (asymetrycznym) napięciu mięśni szyi.

Podobnymi testami można badać napięcie innych mięśni. Trzeba dodać, że nie chodzi tu o zaburzenia dobrze znane, np. zawroty głowy pochodzenia przedsionkowego, od dawna będące przedmiotem zainteresowania otoneurologów.

Posturologia wkracza tam, gdzie przyczyn zawrotów głowy na próżno szukali lekarze różnych specjalności. Opiera się na nowych metodach diagnostycznych, nadaje nazwy schorzeniom dotąd nieznanym. W jaki sposób można leczyć schorzenia postawy? Możliwe jest, jak to pokazano na przykładzie wzroku, manipulowanie poszczególnymi czujnikami układu postawy, prowadzące do symetrycznego na-

pięcia mięśni, a dzięki temu stabilizacji postawy. Obrazuje to przykład z dziedziny okulomotorycznej.

Dzieci mające zezą, którym w paryskim Instytucie Posturologii poświęca się wiele uwagi, mają skłonność stawiania stóp do wewnątrz, cierpią często na kręcz karku i inne tego typu dolegliwości. Ich układ postawy jest zaburzony wskutek wadliwej interpretacji widzenia przestrzennego. Wielu badaczy sugeruje w takiej sytuacji zastosowanie pryzmatów, których zadaniem jest przeniesienie odbieranego obrazu w pożądanym kierunku. Jeżeli normalnie widzącemu człowiekowi ustawi się przed oczami pryzmat, który przesuwając obraz w prawo i poleci mu się dotknąć przedmiotu w ten sposób widzianego, jego ręka skieruje się na prawo od miejsca, w którym się on rzeczywiście znajduje, jak się dzieje w przypadku dzieci mających zezą.

Działanie pryzmatu szczególnie dobitnie pokazuje doświadczenie ze sportowcem stojącym na rękach, który w normalnych warunkach potrafi utrzymać ciało w idealnie pionowej pozycji, natomiast wyposażony w okulary pryzmatyczne, będzie się wyraźnie odchylał do tyłu, mając jednocześnie wrażenie, że utrzymuje idealny pion. Podobnie, mając przed oczami pryzmat przesuwający obraz np. w prawo, otwierając kluczem zamek, człowiek będzie szukał dziurki na prawo od miejsca, w którym się rzeczywiście znajduje.

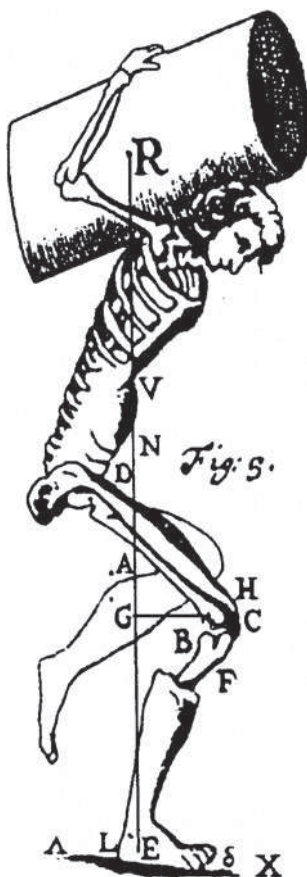
Rys historyczny posturologii – rozumienie postawy ciała za pomocą statyki

Pierwszy etap badań nad postawą ciała człowieka przypadł na okres formowania się biomechaniki jako nauki. Do wytłumaczenia mechaniki ruchu człowieka wykorzystywano wiedzę anatomów. Najpierw starano się zrozumieć postawę ciała za pomocą statyki. Wyjaśniano utrzymywanie pionowego położenia ciała prawami równowagi sił. Dlatego też praca neapolitańskiego anatoma i matematyka Giovanni Borelliego (1608–1679) (rys. 3) *De Motu Animalium* (1680) była poświęcona położeniu ogólnego środka ciężkości (OŚĆ) ciała człowieka. Na rycinach Borelliego widać wyraźnie, że środek ciężkości nawet obciążonego dodatkowym ciężarem ciała musi się mieścić w środku pola podparcia (rys. 4). Następni badacze z grona anatomów, którzy również położenie pionowe ciała tłumaczyli statyką, to bracia Wilhelm i Eduard Weberowie (1836), Georg Meyer (1853), Emil Harless (1857), Karl Langer (1880), Staffel (1889), Christian Braune i Otto Fischer (1889) i inni. Badali oni dokładne położenie OŚĆ w odniesieniu do biernej i czynnej postawy ciała. Pojęcie nawykowej postawy ciała zostało opisane przez braci Weberów w 1836 roku, jednak do podręczników pojęcie **normalnej pozycji stojącej** wprowadzili Braune i Fi-

scher w 1889 r. Wciąż zadawano sobie pytanie, co to pojęcie oznacza. Czy istnieje przeciętna postawa człowieka, którą można by przyjąć jako typową dla zdrowej osoby? Braune i Fischer (1889) opisywali położenie OŚĆ z punktu widzenia rozmieszczenia ekwipunku żołnierza-piechura. Podstawowe badania położenia ogólnego środka ciężkości ciała i środków ciężkości poszczególnych segmentów ciała przeprowadzali na zwłokach, zamrożonych w położeniu na plecach, o wyprostowanych kończynach. Braune i Fischer ustalili, że główne części ciała człowieka, ogólny środek ciężkości i środki ciężkości poszczególnych części ciała (oprócz stóp) są rozmieszczone w jednej płaszczyźnie. Ta pozycja zmieniona na położenie pionowe była przyjęta przez Brauna i Fischera, a później przez Rudolfa Ficka (1911), Hansa Strassera



Rys. 3. Giovanni Borelli (1608–1679) [26].



Rys. 4. Rycina Borelliego ukazująca położenie rzutu środka ciężkości ciała [26].

(1917) i innych za podstawową. Jednak próby ustalenia żywego człowieka w tzw. normalnym położeniu nie powiodły się, dlatego że ciało samo w sobie ustawione pionowo jest niestabilne. Trwały długie dyskusje na temat pojęcia normalnej pozycji człowieka. Najbardziej adekwatną nazwą dla opisanego przez Braune'a i Fischera problemu sylwetki w pozycji stojącej sformułował Iwanicki (1956), przyjmując termin **pozycja antropometryczna**. Jednak należy też wymienić badacza Bengta Akerbloma (1948), który pojęcie **normalna pozycja** proponował zastąpić terminem **pozycja znormalizowana** [13].

Jednak pojęcie normalnego położenia odnosi się do charakterystyki sztucznego (a nie naturalnego) położenia ciała i niewiele ma wspólnego ze stanem zdrowych ludzi. Dlatego proponuje się wiele innych pojęć, np. swobodne stanie, luźne stanie, dowolne stanie. Meyer (1853) ustalił, że linia rzutu pionowego OŚĆ podczas swobodnego stania jest położona około 5 cm do tyłu od osi stawów biodrowych. Dlatego stawy biodrowe same są rozgięte do pewnej wielkości, a ich stabilizacja następuje na skutek działania sił wytwarzanych przez aparat więzadłowo-stawowy. Rzut pionowy OŚĆ przechodzi nieco z tyłu od osi stawów kolanowych. Ich stabilizacja odbywa się przez maksymalny wyprost, czyli tzw. zamknięcie. Dalej rzut pionowy OŚĆ jest położony do przodu na odległości około 3 cm od osi stawów goleniowo-skokowych. Meyer dowodził również, że kolumna kręgosłupa znajduje się w pasywnej równowadze, jego krzywizny zaś dokładnie rozdzielają ciało na dwie części według płaszczyzny przeprowadzonej przez środek ciężkości górnej części ciała. Podstawową myślą w koncepcji Meyera było to, że w pionowym położeniu ciała człowieka stabilizacja całego ciała może być utrzymana bez uczestnictwa mięśni [13].

René du Bois-Reymond (1903) nie zgodził się z koncepcją Meyera i podał w wątpliwość pasywne utrzymywanie pozycji stojącej przez człowieka. Uważał, że bez aktywności mięśni nie ma możliwości jej utrzymywania. To stwierdzenie zostało potwierdzone eksperymentalnie dopiero przez Asmussena (1960) za pomocą metody opracowanej przez Akerbloma (1948). Metoda ta polegała na utrzymywaniu równowagi przez osobę badaną, która stała zanurzona w wodzie po pierwszy krąg lędźwiowy. Te badania, a szczególnie wyniki ze zdjęć rentgenowskich oraz pomiary antropometryczne, wykazały, że rzut pionowy środka ciężkości górnej części ciała przechodzi przez najbardziej wysunięty czwarty krąg lędźwiowy, a wszystkie inne kręgi leżą z tyłu od linii rzutu pionowego OŚĆ. Jednak autorzy ci podkreślili, że przy powtórnych pomiarach wystąpiła znaczna różnica w przebiegu linii rzutu pionowego OŚĆ. Te wahania mogą mieć wartość kilku centymetrów. Od tej pory



Rys. 5. Charles Bell (1774–1842) [26].



Rys. 6. Henry Head (1795–1873) [26].



Rys. 7. Moritz Romberg (1795–1873) [26].



Rys. 8. Jean Pierre Flourens (1794–1867) [26].



Rys. 9. Józef Babiński (1857–1932) [26].

przyjęto, że dla utrzymania pozycji pionowej tułowia jest potrzebna stała antygrawitacyjna aktywność mięśni prostujących tułów [13].

Zrozumienie postawy ciała za pomocą dynamiki

Zagadnienie postawy nie sprowadza się tylko do statycznej kompozycji poszczególnych odcinków ciała. Ciało ludzkie nie jest newtonowską sztywną bryłą. Utrzymywanie określonej postawy jest zdolnością koordynacyjną, a właśnie rozwój koordynacji jest procesem długotrwałym, wymagającym ogromnej liczby powtórzeń. W wyniku tego rozwinęła się posturografia.

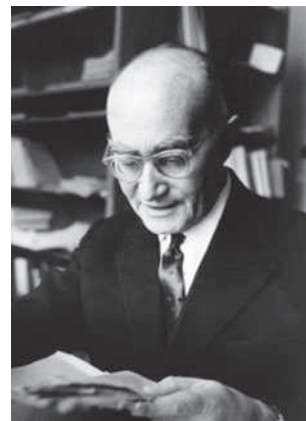
Badania za pomocą dynamiki nad postawą ciała człowieka prowadzone były od połowy XIX wieku. Jednym z pierwszych badaczy, który interesował się tym problemem, był angielski lekarz Charles Bell (1774–1842) (rys. 5). Zastanawiał się, w jaki sposób człowiek utrzymuje postawę pionową lub pochyloną, idąc pod wiatr. Musi dysponować jakimś zmysłem, który reguluje nachylenie ciała i koryguje ustawienie w stosunku do pionu, co to za zmysł? Tak w skrócie widzieli problem XIX-wieczni uczeni. Dopatrywali się istnienia jakiegoś jednego zmysłu, który umożliwia ludziom utrzymywanie postawy stojącej. Okazało się jednak, że owych zmysłów jest więcej. Poszczególne badacze popadli we wzajemne konflikty, każdy z nich bowiem uważał, że to właśnie on odkrył ów jedyny zmysł. Angielski neurolog Henry Head (1795–1873) (rys. 6) pionier prac nad somatyczną reprezentacją nerwów i nerwami czuciowymi wskazywał na receptory stóp. Longet (1845) podkreślał rolę propriocepcji – „zmysłu mięśni”, a Moritz Romberg (1853; rys. 7) – rolę wzroku. Francuski lekarz Jean Pierre Flourens (1794–1867; rys. 8) wskazał na aparat przedsionkowy i stopniowo jego propozycja wygrywała. Flourens (1824) doświadczalnie udowodnił u gołębi, że drażnienie kanałów półkolistych wyzwała zjawisko oczopląsu oraz, że oczopląs wywołany jest najkorzystniej przyspieszeniem kątowym działającym w płaszczyźnie danej grupy kanałów (prawo Flourensa).

Ewald (1892) sformułował prawo mówiące, że oczopląs powstaje w następstwie przepływu śródchłonki, a przepływ doampułkowy wyzwała silniejszą reakcję. Prawo to wiele lat później zostało poddane krytyce, choć nie straciło nic ze swego podstawowego założenia, jakim był fakt przepływu płynów wewnątrz błędnikowych. Nieco wcześniej (1889) Ewald, Mach i Brauer stworzyli wspólnie teorię hydrodynamiczną fizjologii kanałów półkolistych błędnika, a zatem teorię ruchu śródchłonki pod wpływem zmiennych przyspieszeń kątowych [18]. W tym samym czasie pojawiły się pierwsze doniesienia Iwana Pawłowa (1849–1936) dotyczące odruchów warunkowych, torujące drogę integracji

narządu przedsionkowego z ośrodkowym układem nerwowym, co szczegółowo udowodnił w kolejnych latach Charles Scott Sherrington (1857–1952), pisząc, że mózdzek jest narządem wieloneuronowym włączonym w odgałęzienia licznych dróg nerwowych, w tym dróg przedsionkowych. Ramon y Cajal (1853–1934), a później Rafael Lorente de No (1902–1990), pisząc o odruchach przedsionkowo-mózdkowych, stworzyli teorię neuronalnej budowy układu nerwowego. Badania Władimira Bechterewa (1857–1927) pozwoliły ustalić, że tzw. oczopląs porażenny po kolejnym zniszczeniu obu błędników jest zależny od czynności struktur ośrodkowych narządu przedsionkowego, tj. jąder przedsionkowych w pniu mózgu. Jest to niewątpliwie początek badań nad kompensacją przedsionkową, choć pojęcie to przypisuje się Rutti-nowi (1911), który zaobserwował wyrównywanie się stopniowe reakcji poobrotowych po jednostronnym uszkodzeniu błędnika [10]. Należy pamiętać także o Józefie Babińskim (1857–1932), francuskim lekarzu polskiego pochodzenia (rys. 9). Jego prace z zakresu fizjologii układu nerwowego oraz neuropatologii miały przełomowe znaczenie dla rozwoju neurologii. Babiński był odkrywcą jednego z najważniejszych objawów neurologicznych, świadczącego o uszkodzeniu drogi piramidowej, który na jego cześć został nazwany objawem Babińskiego. Istotne były także badania polskiego neurofizjologa Jerzego Konorskiego (1903–1973) (rys. 10), współodkrywcę (razem ze Stefanem Millerem) odruchów warunkowych II typu, zwanych także instrumentalnymi. W 1948 roku Konorski jako pierwszy opisał dwie wrodzone właściwości neuronu, tj. pobudliwość i plastyczność, co stało w sprzeczności z powszechnie przyjętym twierdzeniem, że komórki nerwowe nie podlegają regeneracji. To rewolucyjne odkrycie do dziś jest podstawą rozumienia neuroplastyczności.

Od połowy XIX wieku zaczęły się ukazywać również prace typowo kliniczne. Prosper Meniere (1799–1862) opisał przypadki zawrotów głowy, upośledzenia słuchu i burzliwych reakcji wegetatywnych, z których jeden pozwolił ustalić błędnikową przyczynę występujących objawów. I tak powstała klasyczna triada choroby Meniere’a. Drugim, niezwykle ważnym wydarzeniem były badania noblisty Roberta Barany’ego (1876–1936) dotyczące całokształtu zjawisk występujących jako reakcja pod wpływem pobudzenia kalorycznego i przyspieszeń kątowych w różnych stanach sprawności narządów przedsionkowych (klasyczna próba obrotowa), integracja z mózdzkiem oraz udział otolitów w powstawaniu oczopląsu położeńiowego (rys. 11). W pierwszej połowie XX wieku pojawiają się kolejne odkrycia dotyczące zmysłu równowagi. Pomaga w tym rozwój elektroniki, lampowe wzmacniacze zastąpiono układami tranzystoro-

Rys. 10. Jerzy Konorski (1903–1973) [26].



Rys. 11. Robert Barany (1876–1936) [26].



Rys. 12. Zbigniew Bochenek (1923–1977) [18].



Rys. 13. Jan Miodoński (1902–1963) [18].



wymi. Pojawiły się prace doświadczalne dotyczące rejestracji biopotencjałów w receptorach narządu przedsionkowego i to zarówno w kanałach półkolistych (Loewenstein 1936, Ledoux 1949, Groen 1952, Shimazu i Precht 1957) jak i w narządzie otolitowym (Wiong, Lu 1941, Loewenstein, Vilstrup 1951, Loewenstein, Wersäll 1959) [18].

Magnus i de Kleijn (1924) oraz Magnus i Quix (1924) przedstawili teorie dotyczące fizjopatologii otolitów. Wynika z nich, że reakcje statyczne są efektem działania wektorów sił oraz zjawisk grawitacji, co potwierdzili Bekesy i Henrickson (1964). Doniesienia Van Egmonda, Groena, Jongkesa, a także Ledoux (1949) pozwoliły poznać dokładniej zasady hydrodynamiki płynów błędnikowych i ruchów osklepka podczas przyspieszeń kątowych oraz oczopląsu w trakcie stymulacji kalorycznej i kinetycznej. Oczopląs położeniowy opisany po raz pierwszy przez Barany'ego stał się ponownie przedmiotem szczególnego zainteresowania. Nylen (1950), Cawthorne (1954), Aschan (1956), Stahle (1958), Hallpike (1952) i Schuknecht (1962) potwierdzili opinię Barany'ego, że oczopląs położeniowy ma genezę w zakłóceniach sprawności narządów otolitowych [18].

Pojawiły się liczne prace kliniczne dotyczące stymulacji kalorycznej (Fitzgerald i Hallpike 1942, Dix i Hallpike 1952 oraz Cawthorne i Hallpike 1957) oraz znaczenia diagnostycznego przewagi kierunkowej i niedowładu kanałowego ocenianych głównie na podstawie czasu trwania oczopląsu oraz liczby wychyleń. Pozostałe parametry, takie jak amplituda i szybkość kątowna wolnej fazy, stały się przedmiotem badań w latach następnych z chwilą wprowadzenia do rutynowych badań elektronystagmograficznych [18].

Na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych XX wieku zainteresowano się oczopląsem samoistnym, położeniowym oraz indukowanym bodźcami kalorycznymi i kinetycznymi. Miało to związek z odkrytym przez du Bois-Reymonda (1849) potencjałem rogówkowo-siatkówkowym, który wykorzystany został przez Schotta (1922) i Meyera oraz wielu innych do rejestracji oczopląsu przy zamkniętych oczach. Tak więc po metodach rejestracji mechanicznej (Buys, Marey), fotooptycznej (Judd, McAlister, Steele, Pfaltz i Torok) przyszła kolej na elektronystagmografię. zaczęły powstawać prace dotyczące fizjopatologii narządu przedsionkowego (Bergsted, Van Egmond, Hennebert, Ledoux, Nylen, Preber, Tolk), szczegółowych badań klinicznych (Aboulker, Arslan, Dix, Hallpike, Hood, Jongkees, Jung, Kirstensen, Montandon, Ormerod, Philipszoon), a także techniki badania (Arnold, Aschan, Fluor, Greiner, Henrickson, Megighian, Stahle) [18]. W Polsce pierwsze publikacje dotyczące tego problemu ogłosili m.in. Bochenek, Falkowska, Małecki, Mozolewski,

Sekuła. Duży wkład w rozwój elektronystagmografii miał wspomniany Zbigniew Bochenek (1923–1977) (rys. 12), który w 1963 roku omówił nie tylko zasady i technikę badania, ale zwrócił przede wszystkim uwagę na praktyczną stronę elektronystagmografii. Konstrukcje foteli obrotowych (m.in. firm Tonnies, Polman, Racia) sprzężonych elektronicznie z elektronystagmografem pozwalały stosować dokładnie oznaczone przyspieszenia kątowe dodatnie i ujemne oraz dokładnie zaprogramowaną szybkość kątową fotela (Aschan 1955, Van Egmond 1955, Groen 1955, Stahle 1958, Montandon 1961, Jongkees i Philipschonn 1964, Decher 1965) [18].

Odmianą pobudzeń kinetycznych stało się łagodne, naprzemienne przyspieszenie dodatnie i ujemne w tak zwanym teście fotela wahadłowego, którego twórcami byli Hennebert (1954), Montandon (1955) oraz Greiner (1969), a w Polsce Janczewski (1973). Szybki rozwój elektronystagmografii oraz zastosowanie do stymulacji kalorycznej urządzeń elektronicznych pozwalających na utrzymanie stałej temperatury bodźca, a także wykorzystanie komputerów do oceny elektronystagmogramów, zapewniając bardziej obiektywną analizę uzyskiwanych odpowiedzi, zwiększyło znaczenie elektronystagmografii w diagnostyce patologii narządów przedsionkowych, mimo że reakcja wywołanego oczopląsu nie odzwierciedla rzeczywistego stanu aktywności bioelektrycznej błędników. Wprowadzenie foteli obrotowych sterowanych elektronicznie i foteli wahadłowych uzupełniło wiedzę o patologii narządów przedsionkowych [18].

W Polsce na szczególną uwagę zasługują prace doświadczalne dotyczące narządu równowagi z Akademii Medycznej (AM) w Bydgoszczy (Małecki, Uk-leja – labiryntologia), prace kliniczne z AM w Krakowie (Jan Miodoński, Sekuła – labiryntologia, otologia), AM z Warszawy (Bystrzanowska, Bochenek – otologia, labiryntologia) oraz z Wrocławia (Jankowski, Iwankiewicz – otologia). Jednym z najwybitniejszych polskich otologów był Jan Miodoński (1902–1963; rys. 13) wieloletni kierownik Kliniki Otorhynolaryngologii AM w Krakowie (1934–1963). Na 10 lat przed Hallpike'em opisał próby kaloryczne nazwane „ważeniem wrażliwości błędników”. Pierwszy na świecie wykonał kollumenizację. Na uwagę zasługują także prace Stanisława Bienia dotyczące m.in. procesu kompensacji uszkodzeń narządu przedsionkowego (1986) i zastosowania komputerowej analizy sygnału ENG do badań nad oczopląsem optokinetycznym (1986). Natomiast prace kliniczne polegające na rejestracji myogenicznych odpowiedzi z mięśni szyi po stymulacji klikowej woreczka opublikowali m.in. Elidan i wsp. (1991), Colobath i wsp.

* O próbach kalorycznych pisał już Barany (1914).

(1994), Munoz-Gamboa (1994), Robertson i wsp. (1995) oraz Latkowski i Morawiec-Bajda (1996). Doniesienia te stały się inspiracją do dalszych badań zmierzających do uzyskania stałych i obiektywnych odpowiedzi bioelektrycznych z wolnego pola wywoływanych w części przedsionkowej n. VIII. Postęp w tej dziedzinie miał olbrzymie znaczenie w diagnostyce i terapii obwodowych uszkodzeń układu równowagi dotyczących narządu przedsionkowego [15].

Komputerowa posturografia dynamiczna

Problem postawy ciała i równowagi wymagał jednak szerszego spojrzenia, korelacji odkryć i wspólnych ustaleń. Jak już wspomniano, około połowy XIX wieku prace badawcze przybrały inny obrót. Podjęto wysiłki zmierzające nie tylko do zrozumienia problemu, lecz także prace analityczne i obserwacyjne. Już w 1851 roku wspomniany Moritz Romberg wprowadził do badań klinicznych nad stabilnością człowieka kefalografię. Jednym z pierwszych badaczy tej problematyki był także niemiecki lekarz Karl von Vierordt (1818–1884; rys. 14). Wkładał on badanym osobom szpiczaste hełmy zakończone piórem połączonym z zaczernioną kartką papieru. To proste urządzenie rejestrowało wahaniami postawy [19]. Dzięki temu Karl von Vierordt stał się twórcą posturologii. Założył w Berlinie pierwszy na świecie Instytut Posturologii. Doświadczenia mnożyły się, ale nie przynosiły znaczących wyników, nie pozwalały bowiem na to możliwości techniczne. Vierordt miał wielu naśladowców a najbardziej znani to: Mitchell (1886), Hinsdale (1887), Bullard (1888), Hancock (1894), Bolton (1903), Miles (1922), (1924), Hellebrandt (1937), Tulon (1956).

Badania posturologiczne nabrały charakteru naukowego dopiero w momencie wynalezienia nowoczesnych metod zapisu. Znaczące prace o utrzymywaniu równowagi w pozycji stojącej zaczęto publikować dopiero w drugiej połowie XX wieku. Aparatury leczniczej użyto do celów posturologii po raz pierwszy w Paryżu w 1950 roku, a rozwój informatyki w latach sześćdziesiątych XX wieku

umożliwił pogłębienie prac badawczych. Pierwszą większą pracą była monografia Gurfinkela (1965), podejmująca problem wychwiania krzywej stabilograficznej podczas stania swobodnego i przy prostych zakłóceniach [13, 20]. Kolejni autorzy zajmujący się tym tematem starali się coraz bardziej szczegółowo analizować zachowania posturalne, wprowadzając zróżnicowane warunki pomiarów i badań. Określili dzięki temu rolę wrażeń wzrokowych, błędnikowych i proprioceptywnych w utrzymaniu równowagi. Analiza dotyczyła przede wszystkim wpływu ograniczeń z receptorów (głównie wzroku) i proprioceptorów na sposób utrzymywania równowagi w pozycji stojącej. Terminami określającymi stabilność posturalną są: posturometria, posturografia, stabilometria i stabilografia. Pomiaru są zwykle oparte na sygnałach zewnętrznych, odbieranych z platformy, na której stoi badany. Krzywa stabilogramu jest wynikiem działania układu nerwowego, który powoduje wyzwolenie siły mięśniowej, a w rezultacie, przemieszczanie punktu przyłożenia wypadkowej siły nacisku stóp na podłoże. Ponadto do pomiarów stabilograficznych stosuje się także różnego typu urządzenia, np.: ataksjografy, czujniki ultrasonowe mocowane na głowie, akcelometri, elektroniczne goniometry [13].

Złożona i różnorodna etiologia zaburzeń posturalnych sprawia, że stanowią one trudny problem diagnostyczny i leczniczy. Mechanizmy posturalne są kontrolowane przez wiele narządów o złożonej anatomii i fizjologii, a ich dokładna ocena wymaga skomplikowanych badań diagnostycznych. Testy związane ze stymulacją kinetyczną i kaloryczną narządu przedsionkowego, które mają ogromne znaczenie w diagnostyce zaburzeń równowagi, szczególnie typu obwodowego, rejestrują jedynie czynność okoruchową gałek ocznych, nie dają jednak żadnych informacji o postawie ciała. Ocena odruchu przedsionkowo-okoruchowego nie dostarcza więc całościowego obrazu funkcjonowania układu posturalnego, na który poza czynnością obwodowego i ośrodkowego narządu przedsionkowego mają wpływ również inne narządy receptorowe, szlaki przewodzące bodźce oraz narządy efektorowe. Reakcje odruchowe, których efektorami są mięśnie kończyn i tułowia, wykazują ponadto niższy próg pobudliwości niż reakcje okoruchowe, większą czułość i dłuższy czas trwania. Kliniczna ocena neurologiczna sprawności proprioceptorów również jest ograniczona, np. przez zastosowanie badania odruchu ze ścięgna Achillesa lub odruchu rzepkowego. Nie daje ona możliwości oceny odruchów z mięśni tułowia, obręczy biodrowej i mięśni szyi, które określiłyby sprawność proprioceptorów biorących udział w kontroli pozostałych segmentów ciała. Badania te nie różnicują również zależnych od proprioceptorów i od odruchów przedsionkowo-rdzeniowych reakcji odpowiedzialnych za kontrolę



Rys. 14. Twórca posturologii Karl von Vierordt (1818–1884) [26].

postawy. Podobnie jak miogenne przedsionkowe potencjały wywołane (MPPW), które znalazły zastosowanie w ocenie sprawności narządu przedsionkowego, a głównie czynności narządów otolitowych. Stanowią one cenną, uzupełniającą metodę w rozpoznawaniu chorób ucha wewnętrznego i nerwu przedsionkowego, nie dostarczają jednak informacji o reakcjach kontrolujących postawę całego ciała ze względu na stymulację jedynie odruchów przedsionkowo-szyjnych [15].

Całościową ocenę sprawności układu posturalnego zapewnia badanie na platformie, które jest możliwe dzięki analizie reakcji oraz strategii posturalnych. Na początku lat siedemdziesiątych XX wieku wprowadzono do badań otoneurologicznych nowe systemy służące do badań posturograficznych opartych na próbach dynamicznych. Był to posturograf firmy Tonnes Medical Electronics EKG, który umożliwiał rejestrację napięcia mięśnia piszczelowego przedniego w reakcji na skręt platformy z uniesieniem palców stóp osoby badanej do góry, oraz posturograf EquiTest wyprodukowany przez NeuroCom International Inc. umożliwiający badanie reakcji wyprostnych ciała w warunkach konfliktów sensorycznych, z zastosowaniem ruchomej platformy poruszającej się w płaszczyźnie strzałkowej oraz ruchomego otoczenia wzrokowego [15, 21–25].

Należy mieć nadzieję, że i w Polsce posturologia zyska na popularności, i że nastąpi to w niedalekiej przyszłości.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Jamma C. Nasza postawa stojąca. *Problemy* 1988; 12: 43–45.
- [2] Baron JB. Augenbewegungsmuskeln, lokomotorisches Haltung und Verhalten der Wirbeltiere. Thèse de Sciences, Paris 1955.
- [3] Beaulieu M, Allard P, Simoneau M et al. Relationship between oscillations about the vertical axis and center of pressure displacements in single and double leg upright stance. *Am J Phys Med Rehabil* 2010; 89, 10: 809–816.
- [4] Bricot B. Place de l'appareil manducateur dans le système tonique Holdings. Neuvièmes journées internationales du Collège National d'Occluso. Lyon 1992.
- [5] Gagey PM, Weber B. Posturologie. Régulation et dérèglement de la station debout. Masson, Paris 2005.
- [6] Péliissier J, Brun V, Enjalbert M. Posture, équilibre et médecine de rééducation. Elsevier Masson, Paris 1993.
- [7] Weber B, Villeneuve P. Posturologie clinique. Dysfonctions motrices et cognitives. Elsevier Masson, Paris 2007.
- [8] Proces korygowania wad postawy. Red. M Kutner-Kozińska. AWF, Warszawa 2001.
- [9] Nowotny J. Reedukacja posturalna w systemie stacijnym. AWF, Katowice 2008.
- [10] Teilhard de Chardin P. Fenomen człowieka. PAX, Warszawa 1993.
- [11] Tipler FJ. Intelligent life in cosmology, *International Journal of Astrobiology* 2003; 2, 141–148.
- [12] Błaszczyk JW. Biomechanika kliniczna. Podręcznik dla studentów medycyny i fizjoterapii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004.
- [13] Golema M. Charakterystyka procesu utrzymywania równowagi ciała człowieka w obrazie stabilograficznym. AWF. Wrocław 2002.
- [14] Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. Cz. 1 Organizacja zmysłowa i biomechanika układu równowagi. *Magazyn Otorynolaryngologiczny* 2006; 5, 2, 18: 39–46.
- [15] Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. Cz. 2 Metody oceny równowagi posturalnej – komputerowa posturografia dynamiczna. *Magazyn Otorynolaryngologiczny* 2006; 5, 2, 18: 47–52.
- [16] Held-Ziółkowska M. Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. Cz. 3 Metody oceny równowagi posturalnej – próby kliniczne na sprawność postawy i chodu. *Magazyn Otorynolaryngologiczny* 2006; 5, 2, 18: 53–57.
- [17] Marucchi C, Zamfiresco F. Vision et posture. In: Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. Ed. PM Gagey, B Weber. Masson, Paris 2004; 128–134.
- [18] Latkowski B. Zarys europejskiej otoneurologii. W: Otoneurologia. Red G Janczewski, B Latkowski. Bel Corp, Warszawa 1998.
- [19] Vierordt K. Grundzüge der Physiologie des Menschen. Berlin 1864.
- [20] Gurfinkel VS, Ivanenko YP, Levik YS et al. Kinesthetic reference for human orthograde posture. *Neuroscience* 1995; 68: 229–243.
- [21] Nashner LM, McCollum G. Die Organisation der menschlichen Holdings-Bewegungen: eine formale Grundlage und experimentelle Synthese. *Behav. Brain Sci.* 1985; 8, 1:135–167.
- [22] Nashner LM. Practical biomechanics and physiology of balance. In: Handbook of balance function testing. Ed. GP Jacobson, CW Newman, JM Kartush. Mosby Year Book, St. Louis 1993; 261–279.
- [23] Liao K, Walker MF, Joshi AC et al. The linear vestibulo-ocular reflex, locomotion and falls in neurological disorders. *Restor Neurol Neurosci* 2010; 28, 1: 91–103.

[24] Vinti M, Couillandre A, Thoumie P. Does somatosensory loss induce adaptation of the gait initiation process? *Neurosci Lett.* 2010; 23, 480, 3:178–81.

[25] Wilczyński J. Typy postawy a długość ścieżki posturogramu u dziewcząt i chłopców w wieku 12–15 lat. *Studia Medyczne* 2010; 18: 25–28.

[26] www.wikipedia.pl

Adres do korespondencji:

dr hab. prof. UJK Jacek Wilczyński
Wydział Nauk o Zdrowiu UJK w Kielcach
25–317 Kielce, al. IX wieków Kielc 19
e-mail: jwilczyński@onet.pl
tel. 603 703 926

