

Nadciśnienie tętnicze a zaburzenia równowagi w świetle ostatnich badań

Influence of hypertension on balance disorders in the light of recent research

Waldemar Kosiba¹, Sławomir Snela^{2,3}

¹ I Oddział Wewnętrzny, Szpital im. Stefana Żeromskiego, Kraków

² Instytut Fizjoterapii, Uniwersytet Rzeszowski

³ Kliniczny Oddział Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej, Szpital Wojewódzki nr 2 im. św. Jadwigi Królowej, Rzeszów

Streszczenie

Utrzymanie prawidłowej równowagi ciała człowieka wymaga współdziałania układu mięśniowo-szkieletowego, nerwowego i układu równowagi oraz stałej kontroli ze strony centralnego układu nerwowego. Zawroty głowy i zaburzenia równowagi są wynikiem uszkodzenia części bądź całości układu równowagi (głównie układu przedsionkowego), a ponadto mogą się pojawiać jako wynik chorób ogólnoustrojowych czy psychicznych. Powszechnie znane jest występowanie upadków w wieku podeszłym jako następstwo utraty równowagi. Spowodowane nimi obrażenia prowadzą do pogorszenia jakości życia a nawet zwiększenia śmiertelności. Z teoretycznego punktu widzenia nadciśnienie tętnicze wywiera niekorzystny wpływ na wszystkie składowe równowagi człowieka. Wystąpienie powikłań nadciśnienia wraz z postępującym wiekiem znacznie przyspiesza pojawienie się pierwszych symptomów utraty kontroli nad równowagą ciała i je nasila. W literaturze nie znaleziono danych na temat wpływu nadciśnienia na zaburzenia równowagi u osób przed 65 r.ż. Celem pracy jest przedstawienie i omówienie wyników badań klinicznych oceniających wpływ nadciśnienia tętniczego na zaburzenia równowagi u osób w wieku podeszłym. *Geriatrics 2013; 7: 104-114.*

Słowa kluczowe: nadciśnienie tętnicze, zaburzenia równowagi, chód

Abstract

The maintenance of equilibrium of the body in relationship to its surroundings depends on the interaction between musculo-skeletal system, nervous system and vestibular system which are continuously control by the brain. Dizziness and imbalance are caused by damage to a single or whole equilibrium system (mainly vestibular apparatus), and moreover can be result of systemic or mental diseases. It is well known that risk factors of falls in elderly are related with vertigo. Falling accidents not only cause injuries but also lead to reduced quality of life and even increase mortality. From a theoretical point of view hypertension has negative influence on each part of postural balance. Complications of hypertension affected by the aging process significantly accelerate the appearance of the first balance disturbance symptoms and increase them. There was no data found in literature about hypertension influence on balance in people under age of 65 years. Aim of this study is to present and discuss the results of the available clinical trials evaluating the effect of hypertension on the postural balance in elderly people *Geriatrics 2013; 7: 104-114.*

Keywords: hypertension, balance disorders, gait

Wprowadzenie

Nadciśnienie tętnicze jest głównym problemem zdrowotnym na świecie. Szacuje się, że około 1 miliard

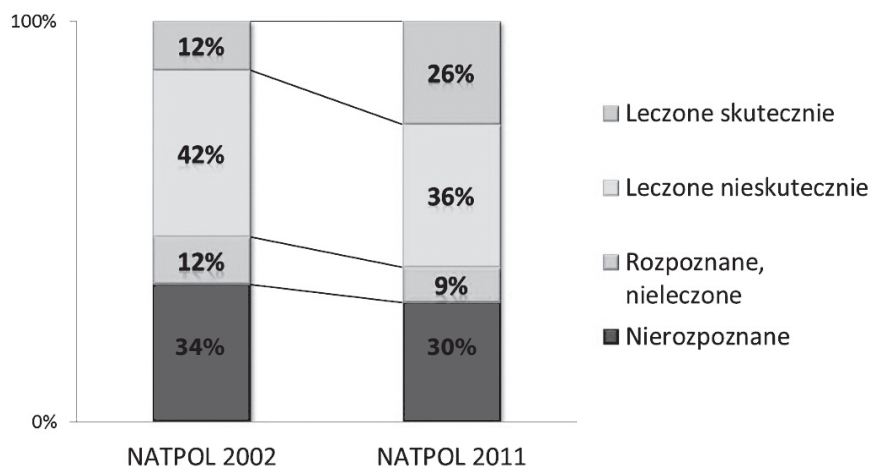
osób choruje na nadciśnienie, a około 7 milionów umiera rocznie z jego powodu. Nadciśnienie częściej występuje w krajach rozwiniętych, ale obecnie

również kraje rozwijające się notują wzrost zachorowań w związku z wydłużeniem życia, otyłością oraz negatywnymi zmianami żywieniowymi [1]. Rozpowszechnienie nadciśnienia tętniczego w Polsce wynosi u osób do 80 r.ż. 32% w całej populacji, a włącznie z osobami najstarszymi sięga 34%. Częstość występowania nadciśnienia tętniczego w Polsce, tak jak w innych krajach europejskich, wyraźnie rośnie z wiekiem. W badaniu POLSENIOR nadciśnienie tętnicze w reprezentacyjnej grupie Polaków powyżej 64 r.ż. wyniosło 76% (72% u mężczyzn i 78% u kobiet). Analiza podgrupy powyżej 80 r.ż. wykazała częstość występowania nadciśnienia tętniczego równą 73% (66% u mężczyzn i 76% u kobiet). Na nadciśnienie tętnicze choruje w naszym kraju 10,5 mln osób. Wykrywanie i kontrola nadciśnienia tętniczego są istotnie gorsze u mężczyzn niż u kobiet.

Rozpowszechnienie nadciśnienia tętniczego w Polsce jest podobne jak w Czechach, Rumunii i Portugalii, natomiast o prawie 10% większe niż we Włoszech i Turcji [2].

Proces utrzymywania równowagi w pozycji stojącej jest wynikiem koordynacji nerwowo-mięśniowej,

wymaga zaangażowania trzech głównych układów sensorycznych: wzrokowego, przedsionkowego oraz somatosensorycznego [3]. Te złożone mechanizmy integrowane są przez ośrodkowy układ nerwowy (OUN). W procesach orientacji w przestrzeni bierze udział narząd wzroku i równowagi oraz receptory czucia powierzchniowego i głębokiego, które dostarczają informacje o pozycji głowy i ciała do wielu ośrodków w mózgu. Uszkodzenie którejkolwiek z tych części na każdym poziomie lub niedostateczna koordynacja ich czynności ze strony wyższych ośrodków może dawać objawy chorobowe pod postacią zawrotów głowy z poczuciem niestabilności albo wręcz zaburzeniami równowagi. Z praktyki lekarskiej wiadomo o bardzo częstych skargach ludzi w podeszłym wieku na zawroty głowy i zaburzenia równowagi, od nieokreślonego uczucia niepewności i niestabilności, do silnych, zwykle krótkotrwałych zaburzeń równowagi, prowadzących do upadków i urazów [4]. Dolegliwości te mają charakter nieswoisty. Mogą być sygnałem zarówno niegroźnych schorzeń, jak i poważnych chorób, których wczesne rozpoznanie wpływa na poprawę późniejszego rokowania co do zdrowia i życia chorego. Można się



Rycina 1. Badanie NATPOL

W ciągu ostatniej dekady odsetek chorych ze skutecznie leczonym nadciśnieniem tętniczym uległ podwojeniu. Nadal 2/3 pacjentów chorujących na nadciśnienie tętnicze pozostaje bez rozpoznania lub jest nieskutecznie leczona.

Figure 1. NATPOL study

Over the last decade the percentage of patients with successfully treated hypertension has doubled. Still two-thirds of patients suffering from hypertension remains without diagnosis or is not effectively treated.

(Source: Więcek A., Januszewicz A., Szczepańska-Sadowska E. i wsp., red.: *Hipertensjologia: patogeneza, diagnostyka i leczenie nadciśnienia tętniczego*. Kraków, Medycyna Praktyczna, 2011)

spodziewać, że w procesie starzenia wskutek zmian inwolucyjnych w mózgu oraz wpływie chorób układu sercowo-naczyniowego, dochodzi do upośledzenia funkcji koordynacyjnych ośrodków mózgu [5].

Nadciśnienie i zmiany naczyniowe a zaburzenia równowagi

Najczęstszą przyczyną zawrotów głowy i zaburzeń równowagi u osób po 60 r.ż. są zmiany naczyniowe. Szczyt zachorowań przypada na wiek 50-60 lat. Wykazano istotną zależność między zmianami w przepływie krwi w naczyniach szyjnych i kręgowych a poziomem uszkodzenia błędnika, co jest główną przyczyną naczyniowych zawrotów głowy [6]. W badaniach Pośpiech i wsp. oraz Zajdel i Hydzik-Sobocińskiej, osoby z zaburzeniami naczyniowymi stanowiły najliczniejszą grupę badaną (86%), natomiast u Rzewnickiego i

Borawskiej osoby z zaburzeniami krążenia w tętnicach kręgowych stanowiły 37% wszystkich badanych [7-9]. Według innych autorów w grupie wiekowej powyżej 60 r.ż. zawroty głowy i zaburzenia równowagi są związane z chorobami współistniejącymi, a nie z wiekiem [10]. Przewlekłe nadciśnienie tętnicze predysponuje do remodelingu naczyniowego, w tym i mózgowego [11]. W nadciśnieniu tętniczym naczynia mózgowie celem utrzymania stałego przepływu krwi adaptują się do wyższych wartości ciśnienia poprzez odpowiednią redukcję światła. We wczesnej fazie nadciśnienia tętniczego prędkość przepływu mózgowego nie różni się istotnie od wartości stwierdzanych u osób zdrowych. Przewlekłe nadciśnienie tętnicze powoduje zaburzenia zależnej od śródbłonna relaksacji i napięcia spoczynkowego naczyń mózgowych. Poziom nadciśnienia tętniczego w istotny sposób wpływa na wskaźnik pulsacji i wskaźnik oporowy, będących wykładnikami obwodowego oporu naczyniowego w układzie naczyń mózgowych, zmniejszając prędkość przepływu mózgowego w tętnicy środkowej mózgu. Cho i wsp. oraz Zhang i wsp. wykazali, że długość trwania nadciśnienia tętniczego znacząco wpływa na parametry przepływu mózgowego. W grupie pacjentów z nadciśnieniem tętniczym, którego okres trwania wynosił 5 lub więcej lat, średnia prędkość przepływu w tętnicy środkowej mózgu wykazała niższe wartości w porównaniu z osobami o krótszym czasie trwania choroby. Maksymalna skurczowa prędkość przepływu również była znacząco mniejsza w grupie osób z wywiadem nadciśnienia dłuższym niż 5 lat (rycina 2) [12].



Rycina 2. Autoregulacja przepływu mózgowego krwi w zależności od wartości ciśnienia tętniczego

Przesunięcie granic autoregulacji jest konsekwencją adaptacji strukturalnej naczyń do wyższych wartości ciśnienia tętniczego związanej z pogrubieniem ścian, redukcją światła przepływu oraz upośledzeniem rozkurczu. Nielezione, źle kontrolowane lub wysokie wartości ciśnienia tętniczego krwi powodują spadek przepływu mózgowego krwi prowadząc do zaburzeń równowagi ciała. Leczenie blokerami enzymu konwertującego angiotensynę powoduje mniejszy spadek przepływu mózgowego krwi w porównaniu z innymi lekami obniżającymi ciśnienie tętnicze.

Figure 2. Autoregulation of cerebral blood flow depending on the blood pressure

Moving the limits of autoregulation is a consequence of the structural adaptation vessels to higher levels of blood pressure associated with thickening of the walls, reducing the light of flow and vessels stiffness. Untreated or uncontrolled high blood pressure cause a decrease in cerebral blood flow, leading to imbalances of the body. Treatment with angiotensin-converting enzyme inhibitors as cause a smaller decrease in cerebral blood flow, compared to other medicines that lower blood pressure.

(Source: *Intracranial pressure and cerebral blood flow*. Gilkes, C.E., *Surgery*, 2007, Volume 25, Issue 12, 530-535)

Gwałtowne obniżenie średniego ciśnienia tętniczego krwi u osób z wieloletnim nadciśnieniem tętniczym grozi spadkiem przepływu mózgowego, może prowadzić do hypoperfuzji mózgu i w konsekwencji do zawrotów głowy i zaburzeń równowagi [13].

Vorstrup i wsp. na modelach zwierzęcych wykazali możliwość przywrócenia prawidłowych zakresów autoregulacji w wyniku długotrwałej terapii hipoten-

syjnej. Mimo to, wiele kontrowersji budzi leczenie hipotensyjne osób w podeszłym wieku w obawie przed nadmiernym spadkiem ciśnienia powikłanym utratą przytomności, upadkiem, czy zaburzeniami funkcji poznawczej, przez co rzadko osiąga się docelowe wartości ciśnienia tętniczego w tej grupie chorych [14]. Tymczasem, jak wykazują badania, w których analizowano zmiany przepływu mózgowego w trakcie powolnego i kontrolowanego obniżania ciśnienia, normotensja u osób w podeszłym wieku może być uzyskana bez negatywnego wpływu na przepływ mózgowy i autoregulację, a po 6 miesiącach efektywnego leczenia obserwowano nawet znaczący wzrost prędkości przepływu mózgowego i podatności tętnic szyjnych [15].

Nadciśnienie i zmiany w istocie białej mózgu a zaburzenia równowagi

Zaburzenia chodu i równowagi są powszechne w podeszłym wieku, ale ich przyczyny często pozostają niejasne u indywidualnych chorych. Chociaż podstawowe zaburzenia neurologiczne są powszechnie u tych pacjentów, to u 10 -14% z nich dokładna przyczyna zaburzeń chodu pozostaje nieznana [16,17]. Koncepcja zaburzeń na poziomie kory czuciowo-motorycznej zastała zaproponowana dla pacjentów z zaburzeniami równowagi lub chodzenia, u których przyczyny dolegliwości nie mogą być wyjaśnione przez choroby układu mięśniowo-szkieletowego, mózdzku lub zaburzenia pozapiramidowe [18]. W badaniach neuroobrazowych zaburzenia równowagi o nieznannej przyczynie u osób starszych związane są z atrofią mózgu, atrofią istoty białej oraz izolowanymi zmianami w moście mózgu [19]. Sugeruje się, że zmiany hiperintensywne substancji białej mózgu (WMHs, white matter hiperintensivities), stwierdzone za pomocą rezonansu magnetycznego, mogą być wynikiem niedokrwienia w przebiegu chorób małych naczyń.

Zarówno starszy wiek jak i nadciśnienie predysponują do wystąpienia WMHs i zaniku

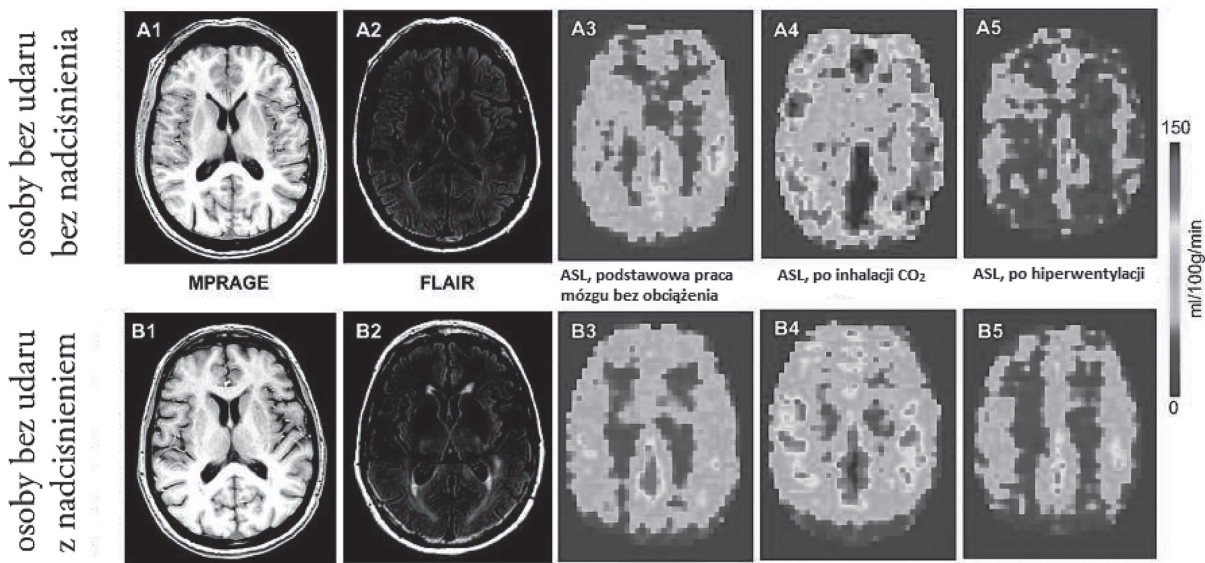
mózgu (rycina 3) [20]. Połączenie WMHs, nieprawidłowości w obrazach mózgu, spowodowanych niedokrwieniem oraz zaburzeń chodu, wiążą się ze złym rokowaniem.

Celem badania Franch i wsp. było określenie, czy istnieje związek pomiędzy zaburzeniami chodu u osób dorosłych powyżej 65 r.ż. a WMHs [21]. Ponadto podjęto próbę wyjaśnienia roli naczyniowych czynników ryzyka w przypadku zaburzeń chodu. Pacjenci włą-

czeni do badania i grupa kontrola były podobne pod względem wieku i płci. Wartości ciśnienia tętniczego krwi i hipercholesterolemii w obu grupach w czasie badania były podobne. W grupie z nadciśnieniem większy odsetek osób niż w grupie kontrolnej przeżył upadek w poprzednim roku. Nie stwierdzono różnic w skali Mini-Mental. Wykazano natomiast związek między zaburzeniami chodu, chorobami istoty białej i nadciśnieniem tętniczym. Stwierdzono znaczącą różnicę między pacjentami, którzy zgłaszali nadciśnienie, a grupą kontrolą. Podobnie jak w innych badaniach WMHs stwierdzone w rezonansie magnetycznym były częstsze u starszych pacjentów z zaburzeniami chodu o nieznannej przyczynie, bez związku z wiekiem i płcią w porównaniu do grupy kontrolnej. Sugeruje się, że zmiany te są subkliniczną postacią niedokrwiennej leukoencefalopatii. Szczególnie krytycznym dla tego typu uszkodzenia są przykomorowe regiony kory mózgowej. Przewlekła hipoperfuzja w tych obszarach może powodować niedokrwinną demielinizację i zawały lakunarne. Udokumentowany związek pomiędzy nadciśnieniem tętniczym a WMHs sugeruje, że zmiany te mogą być wynikiem choroby małych naczyń [22,23]. Związek między reaktywnością naczyń i WMHs wynika najprawdopodobniej z hemodynamicznego niedokrwienia mózgu [24]. Wyniki przytoczonego badania potwierdzają teorię, w której nadciśnienie skutkowało by zmianami w istocie białej, powodującymi zaburzenia chodu lub równowagi. Badani pacjenci osiągnęli również gorsze wyniki w szeregu innych testów, w tym indeksu czynności życia codziennego wg. Barthel, testu „wstań i idź” czy testu chodu i równowagi Tinetti. W wieloczynnikowej analizie regresji logistycznej, wykazano także związek między nadciśnieniem w wywiadzie i zmianami WMHs (pacjenci vs. grupa kontrolna). Nie stwierdzono takiej korelacji związanej z wiekiem, płcią, stosowaniem leków hipotensyjnych, ciśnieniem skurczowym i rozkurczowym [25].

Próbę wyjaśnienia roli nadciśnienia u starszych pacjentów z zaburzeniami chodu o nieznannej przyczynie podjął również Hausdorff i wsp. Sugeruje się, że związane z wiekiem zaburzenia kontroli ciśnienia tętniczego mogą powodować zmiany w perfuzji mózgu [26].

Dodatkowo nasila się nieprawidłowa regulacja ciśnienia tętniczego i przez to zwiększa zaburzenia równowagi oraz ryzyko upadku. Do badania włączono grupę osób z nadciśnieniem w wieku 65-90 lat bez zaburzeń równowagi i chodu w wywiadzie.



Rycina 3. Zmiany anatomiczne i zaburzenia perfuzji mózgu u osób bez udaru i nadciśnienia (A1-A5) i u osób bez udaru z nadciśnieniem (B1-B5)

Nadciśnienie tętnicze ma bezpośredni negatywny wpływ na mózgowe krążenie, niezależnie od WHMs i udaru mózgu, a zmiany są porównywalne do tych obserwowanych u osób po przebytych udarze mózgu. Zmniejszenie reaktywności naczyń mózgowych obserwowane w nadciśnieniu wiąże się również z zaburzeniami funkcji poznawczych, wolniejszym chodem czy zwiększonym ryzykiem upadku. Zidentyfikowanie specyficznych regionów, które mogą mieć mniejszą reaktywność naczyń w mózgu, tłumaczy w jaki sposób nadciśnienie uszkadza mózg. FLAIR (ang. Fluid Light Attenuation Inversion Recovery) – modyfikacja sekwencji T2-zależnej, gdzie obszary z małą ilością wody ukazywane są w ciemniejszych barwach, zaś obszary z dużą ilością wody w jaśniejszych. Obrazowanie w tej sekwencji znajduje zastosowanie w wykrywaniu chorób demielinizacyjnych

ASL (ang. Arterial Spin Labeling) – bezkontrastowa, ilościowa ocena perfuzji całego mózgu

Figure 3. Anatomical changes and cerebral perfusion in patients without stroke and hypertension (A1-A5) and in those without stroke with hypertension (B1-B5)

Hypertension has a direct negative impact on cerebral circulation independent of WHMs and stroke and the changes are comparable to those observed in patients after stroke. Reduction of cerebrovascular reactivity observed in hypertension is also associated with impaired cognitive function, slower gait and an increased risk of falling. The identification of specific regions which may have less vascular reactivity in the brain explains how hypertension damages the brain.

MPRAGE (Magnetization-Prepared Rapid Gradient Echo) – modification of the T1-weighted images- better show focal brain lesions

FLAIR (Fluid Light Attenuation Inversion Recovery) – modification of the T2-weighted images, where the areas with a small amount of water are presented in darker colors, and areas with large amounts of water in the lighter. Imaging in this sequence is useful to detect demyelinating diseases

ASL (Arterial Spin Labeling) – contrastless, quantitative assessment of perfusion of the brain

(Source: *Hypertension and Cerebral Vasoreactivity. A Continuous Arterial Spin Labeling Magnetic Resonance Imaging Study.* Hajjar I et al. *Hypertension* 2010;56:859-864)

Wykluczono osoby z chorobami mogącymi wpływać na równowagę (np. po udarze, z chorobą Parkinsona, hipotonią ortostatyczną, zaburzeniami widzenia). Grupę kontrolną stanowiły osoby w podobnym wieku bez nadciśnienia tętniczego w wywiadzie.

Zaburzenia równowagi i chodu oceniano za pomocą: „pull test”, testu Tinneti, zmodyfikowanego testu „wstań i idź”, średniego czasu trwania cykli podczas 2-minutowego chodzenia, skróconej wersji skali „fractal index of gait” (test oceniający subtelne zmiany

w narządzie ruchu pojawiające się wraz z wiekiem lub będących wynikiem chorób neurodegeneracyjnych) [27,28]. Obie przebadane grupy nie wykazały zmian pozapiramidowych i uzyskały maksymalną ilość punktów w skali ADL (Activities of Daily Living), która określa stopień samodzielności osób starszych w zakresie wykonywania podstawowych czynności dnia codziennego. W grupie osób z nadciśnieniem tętniczym stwierdzono wyższe poziomy ciśnienia tętniczego w pozycji stojącej i wolniejszy rytm serca. Pomimo, że w obu grupach równowaga i chód były prawidłowe, w grupie normotensyjnej stwierdzono niewielkie, lecz znaczące różnice. Kontrola postawy była również lepsza w grupie bez nadciśnienia. Wzrost wartości ciśnienia tętniczego (CTK) wiązał się ze znaczącym statystycznie pogorszeniem równowagi i zaburzeniami chodu np. w teście „wstań i idź”. Szybszy rytm serca wiązał się z bardziej prawidłowymi wynikami w testach. Nie stwierdzono wpływu liczby zażywanych leków hipotensyjnych na równowagę i chód, natomiast stwierdzono wydłużony czas testu „wstań i idź” u osób zażywających inhibitory układu renina-angiotensyna (ACEI), bez podobnego wpływu innych grup leków hipotensyjnych. Obecne ustalenia rozszerzają naszą wiedzę na temat wzajemnej relacji układu krążenia i sprawności fizycznej. Dowodzą, że zwiększone ciśnienie tętnicze może negatywnie oddziaływać na równowagę, ważnego predyktora sprawności fizycznej i ryzyka upadku. Chociaż niektórzy badacze sugerowali, że przejściowe zmiany ciśnienia tętniczego predysponują do upadków, wyniki badań wskazują, że oddziaływanie nadciśnienia na równowagę i chód ma charakter przewlekły. W grupie relatywnie sprawnych osób w starszym wieku, okazało się, że wydolność mechanizmów równowagi i chodu w stosowanych testach jest znacznie ograniczona u osób z nadciśnieniem tętniczym. Dla wszystkich uczestników badania, wyniki testu Tinetti, powszechnie stosowanego do oceny ryzyka upadku, okazały się prawidłowe. Obecność osób z nieleczonym nadciśnieniem w badaniu mogłaby dostarczyć informacji o wpływie leków hipotensyjnych na równowagę i chód, a także posłużyć do ustalenia, czy zaobserwowane zmiany nasilają się z czasem, zakłócają równowagę ciała i zwiększają ryzyko upadku. Znany jest bowiem problem zachowania równowagi pomiędzy kontrolą ciśnienia tętniczego a działaniem ubocznym leków hipotensyjnych u osób w starszym wieku. Badanie to sugeruje, że większy poziom ciśnienia skurczowego, to większy stopień utraty równowagi i zaburzeń chodu zaś

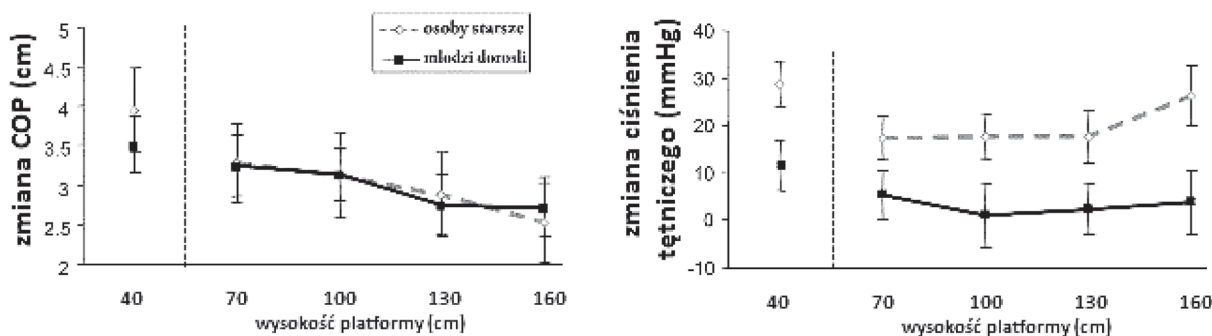
lepsza kontrola ciśnienia tętniczego wpływa na poprawę równowagi i chodu. Takiego związku nie wykazano dla ciśnienia rozkurczowego.

Nadciśnienie i wiek a zaburzenia równowagi

Drżenie, zawroty głowy czy zaburzenia równowagi występują częściej u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym, w porównaniu do populacji ogólnej. Bilans pogarsza się wraz z wiekiem i jest jednym z czynników ryzyka złamań. Około 30% osób w wieku ponad 65 lat upada co najmniej raz w roku, co w populacji osób starszych jest nie tylko przyczyną obrażeń i zmniejszenia aktywności, ale tym samym zwiększenia potrzeb i kosztów opieki zdrowotnej w społeczeństwie. W celu zbadania tego problemu, oceniono osoby w podeszłym wieku w dobrej kondycji, zarówno z prawidłowym ciśnieniem jak i z nadciśnieniem tętniczym oraz porównano ich z ludźmi młodymi. Duży odsetek starszych pacjentów skarżył się na drżenia, zaburzenia równowagi i zawroty głowy, ale tylko niewielu miało upadek w wywiadzie w ostatnim półroczu poprzedzającym badanie. Według danych, częstość objawów niestabilności postawy jest wyższa u osób w podeszłym wieku z rozpoznaniem nadciśnienia (rycina 4) [29,30]. Nie zanotowano jednak różnic między osobami z i bez nadciśnienia po wykluczeniu wpływu wieku. Takie wyniki tłumaczy się faktem złożonej struktury narządu równowagi, który obejmuje różne fizjologiczne podsystemy. Brak wpływu nadciśnienia może się także wiązać z faktem, że w badanej próbie były osoby z nadciśnieniem bez powikłań oraz było ono dobrze tolerowane i dobrze kontrolowane. Badaniem były objęte osoby starsze w dobrej kondycji, bez rozwiniętych powikłań nadciśnienia, a więc wyniki nie mogą być przenoszone na populację ogólną w porównywalnym wieku. Rozbieżność pomiędzy objawami niestabilności postawy (bardziej rozpowszechnionymi w nadciśnieniu) i wynikami obiektywnych badań, można również tłumaczyć wpływem czynników psychologicznych związanych z lękiem przed byciem chorym. Wykazano bowiem, że czynniki psychologiczne mogą wpływać na poprawę równowagi w sytuacjach stresowych [31,32].

Wpływ nadciśnienia na narząd wzroku a zaburzenia równowagi

Retinopatia w przebiegu nadciśnienia tętniczego dotyczy uszkodzenia naczyń narządu wzroku, który



Rycina 4. Różnice w kontroli równowagi (pomiar parametrów ruchu środka nacisku stóp – COP rejestrowanych w różnych płaszczyznach przez komputerową platformę balansową) względem wartości ciśnienia tętniczego u młodych ludzi (ciemna ciągła linia) i osób w starszym wieku (linia przerywana), podczas spokojnego stania na różnych poziomach platformy stabilometrycznej (40, 70, 100, 130 i 160 cm) Pogorszenie parametrów równowagi wiązało się z wiekiem.

Figure 4. The differences in balance control (measurement motion parameters of the center of foot pressure-COP, recorded by computerized balance platform at different levels) in relation to blood pressure in young people (dark solid line) and the elderly (dashed line), during quiet standing on different levels on stabilometry platform (40, 70, 100, 130 and 160 cm) The higher disturbances of the balance parameters are associated with age.

(Source: Carpenter M G et al. Age Ageing 2006; 35: 298-303)

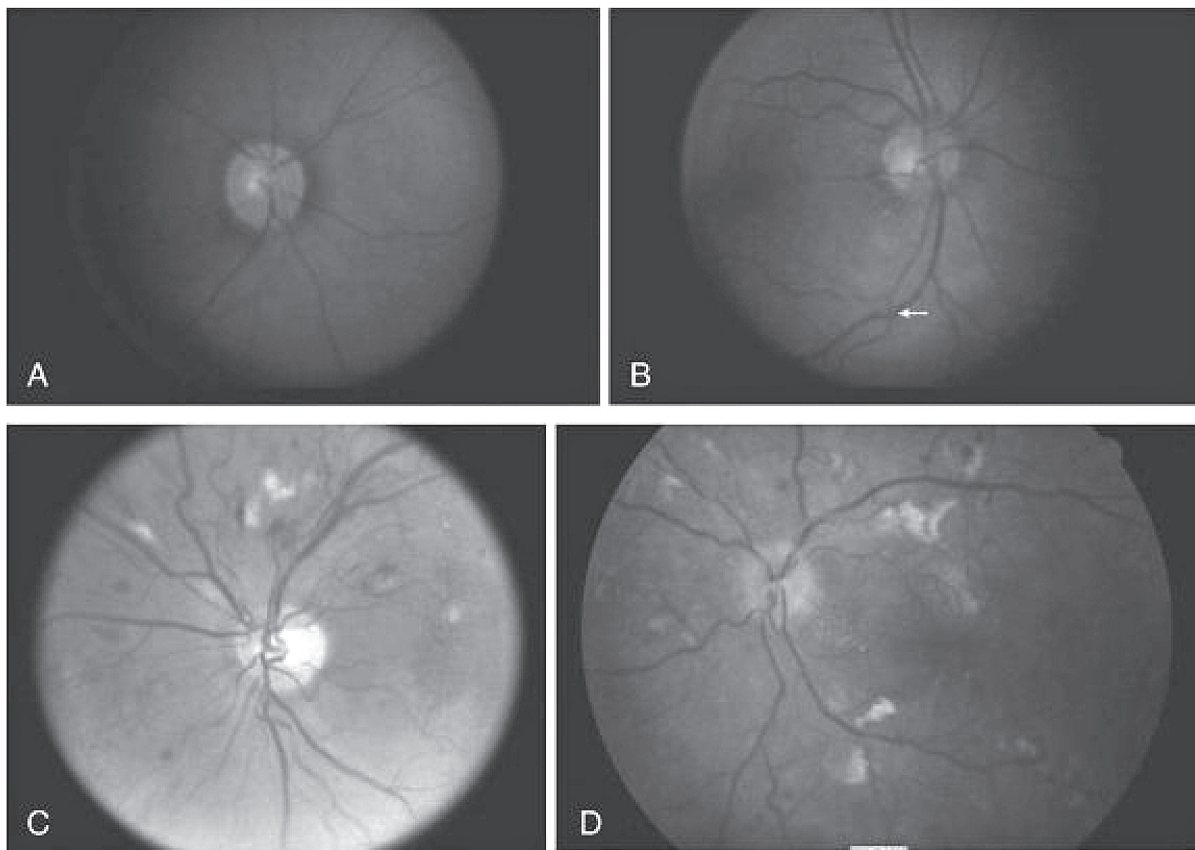
dostarcza informacji o orientacji i ruchu ciała w przestrzeni (rycina 5).

Zmiany w narządzie wzroku uwzględniały przekrojowe badania populacyjne prowadzone w ramach programu The Singapore Malay Eye Study [33]. Obejmowały one 1913 osób bez cukrzycy. Badanie polegało na analizie komputerowej cyfrowej fotografii siatkówki. Wykazano, że podwyższone ciśnienie krwi współlistnieje z szerokim spektrum zmian strukturalnych w obrębie naczyń siatkówki. Ilość obserwowanych zmian zwiększała się wraz ze wzrostem ciśnienia krwi. Wraz z wiekiem zmniejsza się liczba komórek układu przedsionkowego oraz ilość włókien nerwowych. Wykazano również, że kryza nadciśnieniowa uszkadza system ślimakowo-przedsionkowy powodując szum w uszach, zawroty głowy, a nawet utratę słuchu. W uchu wewnętrznym wykryto obecność receptorów dla przedsionkowego peptydu natriuretycznego, którego zmiany stężenia obserwuje się w nadciśnieniu, a który również wykazuje wpływ na równowagę i słuch u ludzi [34]. W badaniu Newton-Cheh i wsp. zmniejszony poziom ANP (przedsionkowy peptyd natriuretyczny) i BNP (mózgowy peptyd natriuretyczny) związany był

z podwyższonym ciśnieniem tętniczym oraz większym ryzykiem rozwoju nadciśnienia. Dane z ogólnej populacji dorosłych i badań genetycznych potwierdzają teorię genetycznej predyspozycji do nadciśnienia, która charakteryzuje się niższym poziomem krążących ANP i BNP [35]. Wzrost peptydów natriuretycznych wiąże się z progresją choroby, a w szczególności z pojawieniem się wtórnych jego następstw jak np. przerostu lewej komory (LVH). LVH stanowi odwracalny etap uszkodzeń narządowych spowodowanych nadciśnieniem tętniczym i prawdopodobnie jest największym pojedynczym modyfikowalnym czynnikiem ryzyka dla chorób serca i nerek. W związku z tym poszukuje się możliwości wykorzystania peptydów natriuretycznych lub ich pochodnych w leczeniu nadciśnienia tętniczego a być może przez to wpływu na układ równowagi i zmniejszenie ilości upadków u ludzi starszych [36].

Nadciśnienie i zmiany w mięśniach a zaburzenia równowagi

Układ mięśniowo-szkieletowy, który poprzez współdziałanie mięśni, ścięgien i stawów przeciwdziała



Rycina 5. Okresy retinopatii nadciśnieniowej stopień I-IV (A-D)

A – zmiany czynnościowe naczyń, B – zwężenie i zmiany stwardnieniowe ścian naczyń, C – ogniska waty (świadczące o ogniskowych zaburzeniach ukrwienia), bardziej nasilone wybroczyny, D – obrzęk tarczy nerwu wzrokowego. Okresy III i IV zaliczono do wskaźników powikłań narządowych nadciśnienia tętniczego i są one podstawą do zakwalifikowania pacjenta do grupy bardzo dużego ryzyka sercowo-naczyniowego. Ocena wpływu zmian w okresie I i II na ryzyko sercowo-naczyniowe jest celem aktualnie prowadzonych badań za pomocą nowoczesnych technik obrazowych, jak np. komputerowa analiza cyfrowej fotografii siatkówki.

Figure 5. Stage of hypertensive retinopathy I-IV (A-D)

A – functional changes of blood vessels, B – contraction and vessel stiffness, C – fire cotton (evidence of focal disturbance of blood supply), more severe petechiae, D – swelling of the optic nerve's disc. Stage III and IV are included as an indicators of organ damage of arterial hypertension and qualifying patient to the group of very high cardiovascular risk. Evaluation of the impact of changes in I and II on cardiovascular risk are the target of ongoing studies using modern imaging techniques such as computer analysis of digital retinal photographs. (Source: *Systemic Hypertension: Mechanisms and Diagnosis*. Victor, Ronald G. *Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine*)

wpływom środowiska, stanowi kolejny z elementów złożonego systemu kontroli równowagi. W badaniu przekrojowym Kerkhoff i wsp. ocenili związek pomiędzy nadciśnieniem i dolegliwościami ze strony układu mięśniowo-szkieletowego wśród osób z nadciśnieniem. Chorzy z nadciśnieniem częściej zgłaszali skargi zwią-

zane z układem mięśniowo-szkieletowym bez związku na pęć. Jednak przewlekłe dolegliwości z układu mięśniowo-szkieletowego były częstsze u mężczyzn z niekontrolowanym nadciśnieniem tętniczym, pomimo leczenia farmakologicznego (rycina 6) [37].

Z kolei w innym badaniu u pacjentów z nieleczonym pierwotnym nadciśnieniem tętniczym wykazano, że w różnych komórkach mięśniowych zaburzony jest rozkład jonów sodu i wapnia, wskazujący na zmienioną przepuszczalność błony komórkowej. Zmienione stężenia jonów aktywują pompy jonowe, a to prowadzi do zwiększenia obrotu ATP (adenozyno-5'-trifosforan). Przebadano możliwe zmiany w gospodarce energetycznej tkanki mięśni szkieletowych u pacjentów z nieleczonym pierwotnym nadciśnieniem. Oceniano fosfokreatynę, łańcuch energetyczny i całkowity poziom cykazy adenylowej. Łącznie włączono 17 pacjentów z nieleczonym pierwotnym nadciśnieniem i porównano ich wyniki z grupą kontrolną z prawidłowym ciśnieniem tętniczym i masą ciała. U 10 pacjentów wykonano biopsję mięśni szkieletowych do analizy związków wysokoenergetycznych, a kolejnych siedmiu pacjentów zakwalifikowano do spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR). Zaobserwowano 30% spadek zawartości fosfokreatyny, podczas gdy łańcuch energetyczny i poziom cykazy adenylowej były niezmienione. Spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego wykazała nieprawidłowy spadek fosfokreatyny podczas ćwiczeń oraz znacznie wolniejszy proces jej regeneracji w czasie potreningowego odpoczynku z równocześnie wolniejszą normalizacją pH komórek w porównaniu z grupą kontrolną. U pacjentów z nieleczonym nadciśnieniem w komórkach mięśni szkieletowych stwierdzono podwyższony obrót ATP, natomiast całkowity poziom ATP utrzymywany był na normalnym poziomie kosztem fosfokreatyny [38]. Opisane zmiany w mięśniach mogą być przyczyną, potwierdzonych w innych badaniach, zaburzeń koordynacji między kończynami, prowadzić do zaburzeń chodu oraz stanowić marker obniżonej stabilności i tym samym zwiększonego ryzyka upadku [39].

Podsumowanie

Dla procesu kontroli pionowej postawy ciała najistotniejsze wydają się być zmiany, jakie zachodzą w układzie nerwowym i w układzie mięśniowo-szkieletowym. W warunkach fizjologicznych informacje docierające z układu przedsionkowego, narządu wzroku oraz receptorów czucia głębokiego, rozmieszczonych w mięśniach, stawach i skórze, umożliwiają prawidłową orientację ciała w przestrzeni oraz utrzymanie równowagi. Efektem ich integracji jest dyspozycja wysyłana przez ośrodkowy układ nerwowy do

układu mięśniowo-szkieletowego, której celem jest korekcja środka ciężkości przez zmianę położenia ciała. Zgodność i mnogość informacji docierających do ośrodkowego układu nerwowego przez poszczególne wejścia sensoryczne powodują, że upośledzenie funkcji jednego z nich jest szybko i skutecznie kompensowane, co tłumaczy fakt, że uszkodzenie jednej składowej narządu równowagi nie zawsze wiąże się z jej kliniczną manifestacją. Sprawność tych układów wraz z wiekiem ulega pogorszeniu, co uwrażliwia cały system na wpływ podwyższonego ciśnienia tętniczego krwi i jego powikłań. Wpływ nadciśnienia na narząd przedsionkowy jest bezsporny, a najczęstszą przyczyną zawrotów głowy wynikających z uszkodzenia narządu przedsionkowego są zmiany naczyniowe. Wykazano istotną zależność między zmianami w przepływie krwi w naczyniach szyjnych i kręgowych a poziomem uszkodzenia błędnika. Czas trwania nadciśnienia tętniczego również znacząco wpływa na parametry przepływu mózgowego. Hemodynamiczny wpływ nadciśnienia tętniczego, dodatkowo związany z jego powikłaniami, został odnotowany w literaturze i obecnie łączy się go nie tylko z zawrotami głowy, będącymi kliniczną manifestacją zaburzonego przepływu krwi przez naczynia, ale i ze stwierdzonymi w badaniach obrazowych rezonansu magnetycznego uszkodzeniami w istocie białej w postaci hiperintensywności WHMs, powstających najpewniej w przebiegu niedokrwienia.

Znaczenie narządu wzroku i wpływ zaburzeń ostrości widzenia w kontroli pozycji pionowej ciała było przedmiotem badań, których wyniki potwierdzają, że już w wyniku niedowidzenia następuje wzrost zakłóceń kontroli stabilnej pozycji ciała. Retinopatia nieodłącznie towarzyszy nadciśnieniu i jest przejawem choroby małych naczyń tzw. mikroangiopatii, powodując znaczne ubytki widzenia, do ślepoty włącznie. Stąd też obecnie zainteresowanie naukowców budzi ocena siatkówki polegająca na analizie komputerowej cyfrowej fotografii siatkówki. Wykazano, że podwyższone ciśnienie krwi współlistnieje z szerokim spektrum zmian strukturalnych w obrębie naczyń siatkówki, a ilość obserwowanych zmian zwiększa się wraz ze wzrostem ciśnienia krwi.

Z wiekiem zachodzą zmiany w samej mechanice chodu i ruchach poszczególnych części ciała względem siebie. Inny staje się wzorzec chodu. Różnice dotyczą średniej szybkości chodu (mniejszej u starszych osób), skracania długości kroku i wzrostu różnic pomiędzy średnimi długościami kroków [40]. Kolejnym objawem

pogorszenia kontroli równowagi jest zwiększenie kołysania, obserwowane podczas spokojnego stania.

Nadciśnienie tętnicze wpływając na zaburzenia występujące w mięśniach może odgrywać rolę w pogorszeniu kontroli postawy również na tym poziomie układu równowagi. Zdolność do utrzymywania pionowej pozycji ciała jest czynnością nawykową, która kształtowana jest indywidualnie na przestrzeni całego życia. Procesy kontroli równowagi ciała w pozycji pionowej determinują mobilność człowieka. Wydaje się, że normalizacja ciśnienia i odpowiednia kontrola choroby w kolejnych latach może skutkować nie tylko zmniejszeniem ryzyka sercowo-naczyniowego, ale

również mniejszą liczbą upadków, a co za tym idzie poprawą jakości, jak i wydłużeniem życia. Odpowiedź na to pytanie powinny przynieść przyszłe obserwacje i badania kliniczne.

Adres do korespondencji:

✉ Waldemar Kosiba
Szpital im. S. Żeromskiego
os. Na Skarpie 66; 31-913 Kraków
☎ (+48 12) 622 93 03
✉ waldemarkosiba@gmail.com

Piśmiennictw

- Mohsen IA, Damasceno A. Hypertension in developing countries. *Lancet* 2012;380:611-9.
- Zdrojewski T. Rozpowszechnienie i kontrola nadciśnienia tętniczego w Polsce – porównanie z wybranymi krajami w Europie i na świecie. W: Więcek A, Januszewicz A, Szczepańska-Sadowska E, Prejbisz A (red.). *Hipertensiologia: patogeneza, diagnostyka i leczenie nadciśnienia tętniczego*. Kraków: Medycyna Praktyczna; 2011.
- Maurer C, Mergner T, Peterka R. Multisensory control of human upright stance. *Exp Brain Res* 2006;171:231-50.
- Baloh RW. Dizziness in older people. *J Am Geriatr Soc* 1992;40:713.
- Błaszczak J, Czerwos L. Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Geront Pol* 2005;13(1):25-36.
- Majda A, Zalewska-Puchała J, Brej D. Zawroty głowy i zaburzenia równowagi u osób powyżej 60 roku życia. *Problemy Pielęgniarstwa* 2011;19(2):194-201.
- Pośpiech L, Przerwa-Tetmajer E, Orendorz-Frączkowska K, et al. Badania posturograficzne w ocenie stanu równowagi wieku podeszłego. *Otolaryngol Pol* 1997;24:88-03.
- Zajdel K, Hydzik-Sobocińska K. Analiza najczęstszych przyczyn zawrotów głowy i zaburzeń równowagi. *Terapia* 2007;1:36-9.
- Rzewnicki L, Borawska B. Przyczyny zawrotów głowy u osób w starszym wieku. *Otolaryngol Pol* 1997;24:118-21.
- Orendorz-Frączkowska K, Pośpiech L, Przerwa-Tetmajer E. Interakcja przedścionkowo-wzrokowa u osób po 60 roku życia. *Otolaryngol Pol* 1997;24:77-83.
- Rizzoni D, De Ciuceis C, Porteri E, et al. Altered structure of small cerebral arteries in patients with essential hypertension. *J Hypertens* 2009;27:838-45.
- Zhang P, Huang Y, Li Y, et al. A large-scale study on relationship between cerebral blood flow velocity and blood pressure in a natural population. *J Hum Hypertens* 2006;20:742-8.
- Vaughan C, Delanty N. Hypertensive emergencies. *Lancet* 2000;356:411-7.
- Rigaud AS, Forette B. Hypertension in Older Adults. *J Geront Med Sci* 2001;56:M217-M225.
- Lipsitz LA, Gagnon M, Vyas M, et al. Antihypertensive Therapy Increases Cerebral Blood Flow and Carotid Distensibility in Hypertensive Elderly Subjects. *Hypertension* 2005;45:216-21.
- Giladi N, Herman T, Reider-Groswasser II, et al. Clinical characteristics of elderly patients with a cautious gait of unknown origin. *J Neurol* 2005;252:300-6.
- Fuh JL, Lin KN, Wang SJ, et al. Neurologic diseases presenting with gait impairment in the elderly. *J Geriatr Psychiatry Neurol* 1994;7:91-4.
- Nutt JG, Marsden CD, Thompson PD. Human walking and higher-level gait disorders, particularly in the elderly. *Neurology* 1993;43:268-79.
- Goldstein IB, Bartzokis G, Guthrie D, et al. Ambulatory blood pressure and the brain: a 5-years follow-up. *Neurology* 2005;64:1846-52.
- Franch O, Calandre L, Álvarez-Linera J, et al. High Blood Pressure Accelerates Gait Slowing in Well-Functioning Older Adults over 18-Years of Follow-Up. *J Am Geriatr Soc* 2011;59:390-7.
- Hajjar I, Quach L, Yang F, et al. Hypertension, white matter hyperintensities, and concurrent impairments in mobility, cognition, and mood: the Cardiovascular Health Study. *Circulation* 2011;123:858-65.
- De Leeuw F-E, de Groot JC, Oudkerk M, et al. A follow-up study of blood pressure and cerebral white matter lesions. *Ann Neurol* 1999;46:827-33.

23. Awad IA, Spetzler RF, Hodak JA, et al. Incidental subcortical lesions identified on magnetic resonance imaging in the elderly. I. Correlation with age and cerebrovascular risk factors. *Stroke* 1986;17:1084-9.
24. Bakker SLM, de Leeuw FE, de Groot JC, et al. Cerebral vasomotor reactivity and cerebral white matter lesions in the elderly. *Neurology* 1999;52:578-83.
25. Franch O, Calandre L, Álvarez-Linera J, et al. Gait disorders of unknown cause in the elderly: Clinical and MRI findings. *J Neurol Sci* 2009;280:84-6.
26. Hausdorff J, Herman T, Baltadjieva R, et al. Balance and Gait in Older Adults with Systemic Hypertension. *Am J Cardiol* 2003;91:643-6.
27. Tinetti MB, Speechley M, Ginter SF, et al. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1998;319:1701-7.
28. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community – living older adults: a 1-year prospective study. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:1050-6.
29. Fujita T, Nakamura S, Ohue M, et al. Effect of age on body sway assessed by computerized posturography. *J Bone Miner Metab* 2005;23:152-6.
30. Abate M, Di Iorio A, Pini B, Battaglini C, et al. Effects of hypertension on balance assessed by computerized posturography in the elderly. *Archiv Gerontol Geriatr* 2009;49:113-7.
31. Carpenter MG, Adkin AL, Brawley LR, et al. Postural, physiological and psychological reactions to challenging balance: does age make a difference? *Age Ageing* 2006;35:298-303.
32. Deshpande N, Metter EJ, Bandinelli S, Lauretani F, et al. Psychological, physical, and sensory correlates of fear of falling and consequent activity restriction in the elderly: the InCHIANTI study. *Am J Phys Med Rehabil* 2008;87:354-62.
33. Ong SY, Cheung CY, Li X, et al. Visual impairment, age-related eye diseases, and cognitive function: the Singapore Malay Eye study. *Arch Ophthalmol* 2012;130(7):895-900.
34. Borghi C, Modugno GC, Brandolini C, Pirodda A. Is there a role for atrial peptides in the labyrinthine “disease”? *Med Hypotheses* 2006;66:1188-90.
35. Newton-Cheh C, Larson MG, Vasan RS, et al. Association of common variants in NPPA and NPPB with circulating natriuretic peptides and blood pressure. *Nat Genet* 2009;41:348-53.
36. Cataliotti A, Costello-Boerrigter LC, Chen HH, et al. Sustained blood pressure-lowering actions of subcutaneous B-type natriuretic peptide (nesiritide) in a patient with uncontrolled hypertension. *Mayo Clin Proc* 2012;87:412-5.
37. Kerkhoff AC, Moreira LB, Fuchs FD, et al. Association between hypertension and musculoskeletal complaints: a population-based study. *J Hypertens* 2012;30(11):2112-7.
38. Ronquist G, Soussi B, Frithz G, et al. Disturbed energy balance in skeletal muscle of patients with untreated primary hypertension. *J Intern Med* 1995;238(2):167-74.
39. Paterson K, Hill K, Lythgo N. Stride dynamics, gait variability and prospective falls risk in active community dwelling older women. *Gait Posture* 2011;33:251-5.
40. Kavanagh JJ, Barrett RS, Morrison S. Upper body accelerations during walking in healthy young and elderly men. *Gait Posture* 2004;20:291-8.