

Autoreferat

1. Imię i Nazwisko:

Waldemar Andrzejewski

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania.

1991 – dyplom magistra rehabilitacji ruchowej (z wyróżnieniem), Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

1999 – doktor nauk o kulturze fizycznej, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, tytuł rozprawy doktorskiej: „Wpływ mechanicznego odkształcania mięśni kończyn tylnych u szczurów, jako części składowej masażu, na obraz białokrwinkowy w krwi obwodowej”.

2011 – specjalizacja w dziedzinie fizjoterapii

Kursy podyplomowe:

1997 – dyplom ukończenia kursu pt. „Connective Tissue Manipulations” - prowadzący – prof. Elizabeth Holey (Uniwersytet Teesside Middlesbrough, Anglia)

2001 – dyplom ukończenia kursu pt. „Postępowanie fizjoterapeutyczne w bólu chronicznym” - prowadzący – prof. Jaroslav Opavsky (Uniwersytet im. Palacakiego Olomouc, Czechy)

2001 - dyplom ukończenia kursu pt. „Kompleksowa Terapia przeciwbrzękowa” – prowadzący – dr Miroslav Bechyne (Uniwersytet im. Karola w Pradze, Czechy)

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.

1991 – 1999 – asystent w Katedrze Fizjoterapii Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

1999 – nadal – adiunkt w Katedrze Fizjoterapii i Terapii Zajęciowej Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

2005 – 2012 – Prodziekan ds. Studenckich na Wydziale Fizjoterapii Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

2006 – nadal – starszy wykładowca w Instytucie Fizjoterapii Państwowej Medycznej Wyższej Szkole Zawodowej w Opolu

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

Jako osiągnięcie naukowe wskazuję cykl 4 publikacji ujętych w opracowaniu pt.: **”Wpływ masażu na proces angiogenezy w tkance ścięgnistej i mięśniowej oraz przebudowę strukturalną ścięgna podczas treningu biegowego”**. Stanowi ono monotematyczny cykl prac naukowych, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. We wszystkich pracach miałem decydujący wkład na każdym etapie ich powstawania i redagowania (w tworzeniu koncepcji, przeprowadzeniu badań, analizie wyników i dyskusji, oraz pisaniu artykułów).

a) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa):

Waldemar Andrzejewski. Mechanotransdukcja jako jeden z potencjalnych mechanizmów działania masażu na organizm. Fizjoterapia. 2014, Volume 22, no 4, pp. 44-49. (MNiSW=4)

Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik, Piotr Dzięgiel, Bartosz Puła, Katarzyna Ratajczak-Wielgomas, Karolina Jabłońska, Donata Kurpas, Tomasz Halski, Marzena Podhorska-Okołów. **Effects of Synergistic Massage and Physical Exercise on the Expression of Angiogenic Markers in Rat Tendons**. BioMed Research International. (Journal of Biomedicine and Biotechnology). 2014, vol.2014; art. ID 878095, doi:10.1155/2014/878095. (IF=1,579; MNiSW=30)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, zaplanowaniu doświadczenia, wyborze metodyki badań, pozyskaniu środków finansowych na realizację projektu, przeprowadzeniu badań, analizie statystycznej i interpretacji wyników, przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury oraz pisaniu artykułu i korekcie przed złożeniem pracy do druku. Mój udział procentowy szacuję na 70 %.

Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik, Piotr Dzięgiel, Bartosz Puła, Katarzyna Ratajczak-Wielgomas, Karolina Jabłońska, Donata Kurpas, Tomasz Halski, Christopher Kobierzycki, Marzena Podhorska-Okołów. **Massage may initiate tendon structural changes – preliminary study**. In Vivo. May-June 2015, Volume 29, no 3; pp. 365-369. (IF=0.974; MNiSW=20)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, zaplanowaniu doświadczenia, wyborze metodyki badań, pozyskaniu środków finansowych na realizację projektu, przeprowadzeniu badań, analizie statystycznej i interpretacji wyników, przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury oraz pisaniu artykułu i korekcie przed złożeniem pracy do druku. Mój udział procentowy szacuję na 65 %.

Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik, Christopher Kobierzycki, Jędrzej Grzegorzówka, Katarzyna Ratajczak-Wielgomas, Karolina Jabłońska, Tomasz Halski, Piotr Dzięgiel, Bohdan Gworys, Marzena Podhorska-Okołów. **Increased skeletal muscle expression of VEGF induced by massage and exercise**. Folia Histochemica et Cytobiologica. Volume 53, No. 2, 2015. (IF=1,364; MNiSW=15)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na tworzeniu koncepcji, zaplanowaniu doświadczenia, wyborze metodyki badań, pozyskaniu środków finansowych na realizację projektu, przeprowadzeniu badań, analizie statystycznej i interpretacji wyników, przeprowadzeniu dyskusji, zgromadzeniu literatury oraz pisaniu artykułu i korekcie przed złożeniem pracy do druku. Mój udział procentowy szacuję na 65 %.

b) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Wprowadzenie

Masaż jest od dawna powszechnie wykorzystywany zarówno w profilaktyce, leczeniu jak i przywracaniu prawidłowej funkcji organizmu w sytuacjach kiedy zostały one zaburzone. Działanie masażu opiera się na powszechnie przyjętych efektach, które można podzielić na kilka kategorii: biomechaniczne - takie jak: zmniejszenie sztywności mięśni i zwiększenie zakresu ruchu w stawach (Wiktorsson-Moller et al. 1983, Mc Nair et al. 1996); fizjologiczne - do których zaliczamy zwiększenie przepływu krwi w skórze i mięśniach, normalizację funkcji układu wegetatywnego i zwiększenie wydzielania niektórych hormonów np. endorfin i/lub kortyzolu, jak również obniżenie ciśnienia tętniczego krwi (Longworth 1982, Tidus et al. 1995, Kaada et al. 1989, Delaney et al. 2002, Drust et al. 2003, Black et al. 2003); neurologiczne - takie jak: normalizacja pobudliwości ośrodków regulujących napięcie spoczynkowe mięśni czy obniżenie poziomu bólu (Puustjarvi et al 1990, Morelli et al.1991); psychologiczne - takie jak relaksacja i działanie obniżające lęk (Leivadi et al. 1999, Hemmings 2000). Niestety, tylko niektóre z wyżej wymienionych oddziaływań masażu zostało potwierdzonych w sposób jednoznaczny (Weerapong et al. 2005). Większość z nich nadal pozostawia wiele wątpliwości i sprawia, że obiektywne wyjaśnienie mechanizmów oddziaływania masażu na organizm, wymaga przeprowadzenia dalszych badań z zachowaniem odpowiednich standardów i spełnienia wymogów stawianych pracom naukowym. Brak przekonującej wiedzy dotyczącej mechanizmów działania masażu na organizm sprawia, że jego działanie jako jednego z elementów składowych fizjoterapii może nie do końca spełniać kryteriów wiarygodnego postępowania terapeutycznego. Taki stan rzeczy sprowokował mnie do poszukiwań mających na celu znalezienie teoretycznych przesłanek dotyczących mechanizmów działania masażu na organizm, a w dalszym etapie do podjęcia próby ich potwierdzenia z wykorzystaniem zaawansowanych metod badawczych. W szczególności moje zainteresowania dotyczyły możliwości oddziaływania masażu jako czynnika inicjującego procesy angiogenezy oraz przebudowy strukturalnej w tkance ścięgnistej i mięśniowej. To właśnie w obrębie tych tkanek dochodzi najczęściej do uszkodzenia ich struktury, spowodowanego nadmiernym ich obciążeniem, które skutkuje niekorzystnymi zmianami w postaci upośledzenia ich funkcji. Jednocześnie, brak obiektywnie potwierdzonych metod działania profilaktycznego mającego na celu ograniczenie tych patologicznych zmian, skutkuje często niezadawalającymi efektami terapii i nawracaniem

dolegliwości. Jednym z ważnych aspektów działania masażu na strukturę żywego organizmu może być właśnie ewentualne zapobieganie niekorzystnym skutkom jej przeciążenia podczas intensywnego obciążania, co ma miejsce między innymi w sporcie, ale także i w rekreacji np. podczas biegania. Mając to na uwadze podjąłem próbę odpowiedzi na pytanie: czy masaż może inicjować zmiany w tkankach, których efektem będzie stworzenie lepszych warunków do wykonywania przez nie pracy, a także do profilaktyki urazów jak i skracania czasu regeneracji?

Punktem wyjścia do rozważań na temat potencjalnych możliwości oddziaływania czynnikiem mechanicznym w formie masażu na tkanki i narządy jest założenie, że nie powinien on doprowadzać do uszkodzeń ich struktury, ograniczając się jedynie do ich sprężystego odkształcania. Pojawia się jednak pytanie: czy odkształcanie o tak niewielkiej intensywności jest w stanie wywołać jakiegokolwiek zauważalne zmiany w funkcji, a tym bardziej w strukturze badanej tkanki? Szukając odpowiedzi na tak postawione pytanie przyjąłem, że podstawową strukturą w organizmie przeznaczoną do przeciwdziałania siłom mechanicznym są włókna kolagenowe. Są one składową różnych struktur takich jak np: skóra, powięź, ścięgno, więzadło, torebka stawowa itp. Z kolei kolagen zbudowany jest z 19 aminokwasów występujących w różnej proporcji, co powoduje zróżnicowanie w jego strukturze. Dzięki temu występują włókna kolagenowe o różnej średnicy i długości, a co za tym idzie różnych właściwościach mechanicznych. Ma to kluczowe znaczenie dla zachowania prawidłowej budowy poszczególnych tkanek i narządów np. mięśni poprzez namięsną, omięsną czy śródmięsną; naczyń poprzez zewnętrzną warstwę (przydanek) w skład której wchodzi tkanka łączna; różnych narządów pokrytych torebką łącznotkankową o utkaniu utworzonym przez włókna kolagenowe typu I, III, IV i V. Zatem można przyjąć, że masaż jako czynnik mechaniczny działając na tkanki i narządy doprowadza do odkształcania otaczających je włókien kolagenowych w granicach ich elastyczności. Tym samym masaż działając poprzez odkształcanie włókien kolagenowych może powodować zmiany w komórkach leżących bezpośrednio w sąsiedztwie ww. włókien.

Przykładem badań potwierdzających działanie masażu na tkankę łączną jest publikacja, w której wykazano, że w wyniku mechanicznego oddziaływania na ścięgno masażem z kompresją w poprzek osi długiej ścięgna, następuje wzrost liczby i zmniejszenie przekroju włókien kolagenowych w ścięgnach (Kassolik et al. 2013). Przeprowadzone w ostatnim czasie badania wykazały także, że masaż wykonywany w poprzek ww. włókien może poprawiać ukrwienie tkanek i stymulować przebudowę mikrokrążenia, a przez to przyspieszać regenerację więzadeł stawu kolanowego po urazie (Loghmani et al. 2013).

Potwierdza to hipotezę, że czynnik mechaniczny w formie masażu, powodując zmiany w napięciu włókien kolagenowych może potencjalnie powodować także zmiany funkcjonalne komórek sąsiadujących z ww. włóknami.

Analizując powyższe fakty, nasuwa się pytanie - jaki mechanizm odpowiada za zaobserwowane zmiany, przy jednoczesnym założeniu, że odkształcanie tkanek w trakcie masażu będzie miało charakter odkształcenia sprężystego, podczas którego tkanki będą przemieszczane do granicy ich elastyczności, bez jej przekraczania, nie doprowadzając do ich uszkodzenia? Odpowiedzią na to pytanie może być zjawisko przetwarzania czynnika mechanicznego w bodźce elektryczne i chemiczne na poziomie komórkowym tzw. zjawisko mechanotransdukcji (mechanotransduction), wywołujące szereg różnorodnych reakcji komórkowych (Banes et al. 1995, MacKenna et al. 2000, Shafrir et al. 2002, Huang et al. 2004, Chiquet et al 2009). Mechanotransdukcja rozumiana jest zatem jako proces, za pomocą którego czynnik mechaniczny przekształcany jest na poziomie komórki w różne typy sygnałów elektrycznych i chemicznych wywołujących zmiany biochemiczne oraz molekularne w komórkach poddanych działaniu bodźca mechanicznego (Choquet 1997, Wall et al. 2005, Bershadsky et al. 2006, Ricci et al. 2006). Należy także podkreślić, że ważną rolę w przekazywaniu sygnału mechanicznego w komórce odgrywa cytoszkielet i jego połączenie z macierzą międzykomórkową za pośrednictwem receptorów integrynowych zlokalizowanych w błonie komórkowej (Juliano et al. 1993, Maniotis et al. 1997, Schmidt et al. 1998). Można zatem przyjąć, z dużą dozą prawdopodobieństwa, że oddziaływanie czynnika mechanicznego (m.in. masażu) na komórkę odbywa się poprzez przenoszenie siły mechanicznej z przestrzeni zewnątrzkomórkowej poprzez integryny i cytoszkielet komórki nawet do jądra komórkowego (Shafrir et al. 2002). Mechanizm ten w masażu polega przede wszystkim na odkształcaniu tkanki łącznej, która stanowi składową różnych struktur anatomicznych takich jak powięź, ścięgna, więzadła, mięśnie, czy też rusztowanie dla narządów wewnętrznych. Podczas sprężystego odkształcania powyższych struktur, dochodzi do ich naprężenia w granicach ich elastyczności i tym samym przenoszenia sił pociągania poprzez integryny na włókna tworzące cytoszkielet komórki. Dzięki takiemu działaniu dochodzi do „wnikania” czynnika mechanicznego do wnętrza komórki oraz wywoływania różnorodnych złożonych reakcji na poziomie molekularnym w komórce (Huang et al. 2004, Wall et al. 2005, Bershadsky et al. 2006, Ricci et al. 2006, Chiquet et al 2009).

Potencjalny mechanizm działania masażu na poziomie komórkowym przedstawiłem w pracy pt.: **Mechanotransdukcja jako jeden z potencjalnych mechanizmów działania masażu na organizm** (Fizjoterapia. 2014, Volume 22, no 4, pp. 44-49). Na podstawie

powyżej przedstawionych założeń, podjąłem badania mające na celu weryfikację hipotezy - że masaż stosowany systematycznie na wybrane tkanki układu ruchu (ścięgna i mięśnie) spowoduje reakcje komórkowe, których efektem będzie inicjowanie między innymi zmian strukturalnych. W przeprowadzonym cyklu badań przyjąłem, że szczególnie ważnym będzie podjęcie próby zbadania działania masażu na wymienione wyżej struktury podczas obciążenia ich pracą (treningiem biegowym). Wydaje się to być bardzo istotne z punktu widzenia ewentualnego zapobiegania urazom wynikającym z obciążania ścięgien i mięśni podczas długotrwałego powtarzalnego treningu, co ma miejsce między innymi w bardzo popularnym bieganiu rekreacyjnym.

Projekt badań, których wyniki opublikowano w pracach cyklu przedstawionego w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego realizowany był w ramach grantu NCN nr N N404 002839 (kierownik projektu: dr Waldemar Andrzejewski; tytuł projektu: „Wpływ masażu ścięgien szczurów poddanych długotrwałemu, intensywnemu wysiłkowi fizycznemu na budowę ultrastrukturalną oraz proces angiogenezy tkanki ścięgnistej”). Projekt był realizowany w latach 2010 – 2014.

Pierwszym celem szczegółowym zaplanowanych eksperymentów było uzyskanie odpowiedzi na pytanie - czy wykonywanie masażu ścięgien i mięśni przed lub w trakcie długotrwałego intensywnego wysiłku fizycznego może stymulować proces angiogenezy w tkance ścięgnistej i mięśniowej? Kolejnym celem badań była odpowiedź na pytanie czy powyższe działanie wpłynie na zmiany strukturalne masowanych tkanek. Takie efekty mogłyby stanowić przesłanki do stosowania masażu we wspomaganiu procesów adaptacyjnych zachodzących w ścięgnach i mięśniach szkieletowych, podczas długotrwałego obciążenia treningiem biegowym zarówno u sportowców, jak również u osób rekreacyjnie uprawiających różne formy aktywności fizycznej i tym samym pośrednio zapobiegać lub ograniczać powstawanie urazów.

Badaniom poddano 75 szczurów szczepu Buffalo (samców w wieku 10 miesięcy) podzielonych na trzy grupy po 25 osobników w każdej. Szczury ze wszystkich 3 grup badawczych były poddawane treningowi biegowemu na bieżni Exer-3R firmy Columbus Instruments (USA) 5 dni w tygodniu przez okres 10 tygodni. Dzienny czas treningu był stopniowo wydłużany od 10 minut w pierwszym dniu do 30 minut po pierwszym tygodniu eksperymentu (czas treningu był zwiększany każdego dnia o 5 minut). Bieg był wykonywany z prędkością 0,3 m/s w pierwszym tygodniu eksperymentu i zwiększony do 0,5 m/s w pozostałym okresie. Trening biegowy był przeprowadzony w Zwierzyńcu Katedry Anatomii Patologicznej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu. Masaż wykonywany był tylko w

dwóch grupach badawczych. W pierwszej grupie masaż był wykonywany przez 3 tygodnie przed rozpoczęciem treningu biegowego (5 razy w tygodniu). Natomiast w drugiej grupie masaż był wykonywany od momentu rozpoczęcia treningu aż do jego zakończenia (5 razy w tygodniu). W trzeciej grupie masaż nie był wykonywany. W celu standaryzacji procedury masażu, był on wykonywany głowicą algometru (DIGITAL ALGOMETER PAIN DIAGNOSTIC GAGE firmy Wagner Instruments, USA) o powierzchni 0.5 cm² ze stałą siłą nacisku 9.81 N (1 kG), ruchem spiralnym na ścięgnie mięśnia zginacza długiego palców szczura oraz na brzuscu mięśnia zginacza krótkiego palców (w obu kończynach tylnych). Czas trwania jednego masażu wynosił 5 minut na ścięgnie i 5 minut na brzuscu mięśniowym każdej kończyny tylnej u każdego osobnika. Materiał tkankowy (ścięgna i mięśnie) do badań był pobierany kolejno od 5 osobników z każdej grupy w 7, 21, 35, 49 i 70 dniu eksperymentu.

W pracy pt.: **Effects of synergistic massage and physical exercise on the expression of angiogenic markers in rat tendons** (BioMed Research International - Journal of Biomedicine and Biotechnology. 2014, vol.2014; art. ID 878095, doi:10.1155/2014/878095. IF=1,579; MNiSW=30) przedstawiono wyniki uzyskane podczas badań mających na celu określenie wpływu masażu ścięgien wykonywanego przed lub w trakcie długotrwałego, powtarzanego intensywnego wysiłku fizycznego na stymulację procesu angiogenezy w tkance ścięgniastej.

Pomimo istnienia powszechnej opinii, że masaż jest bardzo korzystnym działaniem w procesie przygotowywania organizmu do intensywnego wysiłku fizycznego, do dnia dzisiejszego nie jest ona poparta w pełni wiarygodnymi badaniami naukowymi. Ponadto, dotychczas brak jest badań dotyczących obserwacji korzystnych efektów stosowania masażu ścięgien na proces angiogenezy w obrębie tej tkanki. Stąd również ważnym jest sprawdzenie wpływu długotrwałego masażu ścięgien na ich lepsze ukrwienie i odżywianie, co może przyczynić się do wzrostu ich wydolności w zakresie regeneracji i potencjalnych mechanizmów adaptacyjnych.

Celem pracy było uzyskanie odpowiedzi na pytanie - czy masaż ścięgna mięśnia zginacza długiego palców u szczurów, wykonywany przed lub w trakcie 10 tygodniowego treningu biegowego, może stymulować proces angiogenezy w masowanej tkance, co pośrednio może przyczynić się do adaptacyjnego wzrostu metabolizmu i zapobiegania przejściowej podatności na urazowość tkanki ścięgniastej?

W celu wykazania poprawy ukrwienia ścięgna oceniano proces angiogenezy przy zastosowaniu metod biologii molekularnej (Real-time PCR oraz Western Blot), a także

metody immunohistochemicznej (IHC). Do oceny liczby naczyń krwionośnych w obrębie badanych ścięgien (ościegna wewnętrzna i zewnętrzna) wykorzystano przeciwciało CD34, znakujące komórki śródbłonka. Ze względu na trudności w kwantyfikacji reakcji IHC, badania nasilenia angiogenezy zostały oparte na ocenie ekspresji genów na poziomie mRNA (real-time PCR) odpowiedzialnych za ww. proces (*CD34*, *VEGF-A*, *FGF*) oraz potwierdzono uzyskane rezultaty na poziomie białka (metoda Western Blot dla VEGF-A).

Istotny wzrost ekspresji mRNA *VEGF-A*, *CD34* i *FGF-2* obserwowano w trzecim tygodniu doświadczenia w grupie szczurów poddanych masażowi równocześnie z treningiem biegowym ($p < 0.0001$). Nieznaczny wzrost ekspresji mRNA *VEGF-A* i *CD34* wykryto w piątym tygodniu doświadczenia w grupie poddanej masażowi przed treningiem ($p < 0.05$). Brak istotnych zmian w ekspresji badanych czynników zaobserwowano w grupie szczurów poddanych tylko treningowi biegowemu, bez poprzedzającego lub równoczesnego masażu. Może to świadczyć o znacznej reakcji (aktywacji procesu angiogenezy) w grupie zwierząt, które podczas aktywności fizycznej (trening biegowy) poddawane były jednoczesnej stymulacji mechanicznej (masażowi) ścięgien mięśni. Na tej podstawie można pośrednio przypuszczać, że stymulacja procesu angiogenezy spowodowana mechanicznym odkształcaniem (masażem) ościegna może zapobiegać przejściowej tendencji do osłabienia ich struktur i powstawania urazów w obrębie tkanki ścięgnistej podczas długotrwałego obciążania jej treningiem biegowym (Michna 1984). Znanym jest bowiem fakt, że VEGF (vascular endothelial growth factor) jest jednym z najefektywniejszych czynników stymulujących proces angiogenezy w różnych typach tkanek (Ferrara 1999). Z kolei FGF-2 stymuluje aktywność metaboliczną fibroblastów, które stanowią dominujący typ komórek w ścięgnię i odpowiadają za syntezę białek substancji międzykomórkowej (extracellular matrix), a w tym także kolagenu (Banes et al. 1999; Benjamin et al. 2000; Kjaer 2004). Można zatem przyjąć, że komórki tkanki ścięgnistej reagując na niespecyficzny czynnik mechaniczny (masaż) mogą aktywować ekspresję szeregu mediatorów, a w tym VEGF i FGF-2. Mogą one także stymulować procesy powstawania nowych naczyń krwionośnych, czego efektem jest wzrost ekspresji CD34, co potwierdzają wyniki badań uzyskane w prezentowanej pracy.

Uzyskane wyniki badań mogą świadczyć o korzystnym działaniu masażu wykonywanego podczas trwania długotrwałego, intensywnego wysiłku fizycznego na metabolizm tkankowy w ścięgnię i pośrednio stwarzać lepsze warunki do jego funkcjonowania. To z kolei może działać prewencyjnie w sytuacjach gdy istnieje ryzyko uszkodzenia ścięgien podczas okresowych niekorzystnych zmian strukturalnych

zachodzących w trakcie obciążania ich długotrwałym wysiłkiem fizycznym o dużej intensywności np. biegiem (Michna 1984). Powyższe fakty nasuwają kolejne pytanie dotyczące konsekwencji wynikających z zaobserwowanych procesów (angiogeneza). Mianowicie, czy poprawa ukrwienia ścięgna w wyniku ich masażu podczas cyklu treningu biegowego może również sprzyjać inicjowaniu zmian w ich strukturze, co w sposób bezpośredni mogłoby świadczyć o możliwości zapobiegania przejściowej tendencji do jej osłabienia i powstawania potencjalnych urazów.

Problem ten zbadano, a rezultaty przedstawiono w kolejnej pracy cyklu pt.: **Massage may initiate tendon structural changes – a preliminary study** (In Vivo. May-June 2015, Volume 29, no 3; pp. 365-369. IF=0.974; MNiSW=20), w której podjęto próbę oceny wpływu masażu ścięgien na zmianę ich struktury. Dotychczas przeprowadzone badania wskazują, że czynnik mechaniczny w formie treningu fizycznego powoduje zmiany w strukturze oraz właściwościach mechanicznych ścięgien (Tipton et al. 1975, Woo et al. 1980, Woo et al. 1981, Michna 1984, Tipton et al. 1986, Michna 1989, Kubo et al. 2000, Langberg et al. 2001, Magnusson et al. 2003). Taka zmienność w strukturze ścięgna podczas jego przebudowy może być związana ze znaczącym ryzykiem urazu podczas długotrwałego treningu fizycznego, zwłaszcza między trzecim i piątym tygodniem treningu [Michna 1984]. Wykazano również, że w wyniku mechanicznego oddziaływania na ścięgno masażem z kompresją w poprzek osi długiej ścięgna następuje w nim wzrost liczby i zmniejszenie przekroju włókien kolagenowych [Kassolik et al. 2013]. Pozwala to sugerować, że długotrwały masaż ścięgna może prowadzić do wzmożonej przebudowy strukturalnej tej tkanki. Może to być częściowo również wynikiem wzmożonego procesu angiogenezy i zwiększonej aktywności metabolicznej fibroblastów, co wykazano w pierwszej pracy cyklu.

Biorąc pod uwagę powyższe fakty w pracy podjęto próbę odpowiedzi na pytanie - czy masaż ścięgna mięśnia zginacza długiego palców u szczurów, wykonywany w trakcie 10 tygodniowego treningu biegowego wpłynie na zmiany w strukturze ścięgien? W tym celu przeprowadzono badania ultrastrukturalne z wykorzystaniem transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM). W 7. 21. 35. 49. i 70. dniu eksperymentu była pobierana i przygotowywana w sposób rutynowy tkanka do analizy ultrastrukturalnej ze środkowej części ścięgna mięśnia zginacza długiego palców kończyn tylnych. Za każdym razem materiał pobierano od 5 osobników z grupy zwierząt, które były poddane tylko treningowi biegowemu jak również od 5 osobników z grupy, w której oprócz treningu biegowego wykonywany był masaż ścięgien mięśnia zginacza długiego palców kończyn tylnych. Materiał oceniano przy pomocy mikroskopu elektronowego JEM – 1011 Transmission Elektron Microscope (Joel,

Tokyo, Japan). W celu przeprowadzenia analizy liczby oraz średnicy włókien kolagenowych, wykonano dla każdego osobnika po 2-5 elektronogramów. Analizę morfometryczną przeprowadzono z wykorzystaniem programu do komputerowej analizy obrazu Soft Imaging System Analysis 3.2. Ocena morfologiczno-strukturalna nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupą masowaną i kontrolną w poszczególnych klasach średnic przekroju poprzecznego włókien. Jednakże, analizując uzyskane wyniki przeprowadzonych badań, zaobserwowano pewne tendencje zmian zachodzących w grupie zwierząt, u których podczas cyklu treningowego był jednocześnie wykonywany masaż. Zmiany te można zauważyć analizując procentowe różnice w liczbie włókien w klasie o przekroju ≤ 100 nm. W grupie tej dochodzi do wzrostu ich udziału procentowego w całej puli włókien szczególnie w 3 tygodniu trwania eksperymentu, a następnie niewielkiego ich spadku w 5. i 7. tygodniu z ponownym wzrostem w 10 tygodniu. Podobnych zmian nie zaobserwowano w grupie kontrolnej (niemasowanej), w której podczas trwania eksperymentu doszło do spadku procentowego udziału włókien w tej klasie przekroju poprzecznego. Uzyskane wyniki badań mogą sugerować zapoczątkowanie pewnych zmian metabolicznych zachodzących na poziomie subkomórkowym w tkance ścięgnistej, takich jak np. wzrost syntezy kolagenu.

Zaobserwowane i opisane powyżej zmiany nie były jednak istotne statystycznie. Można przypuszczać, że brak istotności statystycznej obserwowanych różnic włókien kolagenowych o danej średnicy wynikać może z tego, że zmiany biochemiczne inicjujące zmiany strukturalne zachodzą znacznie wcześniej. Potwierdzeniem tego może być obserwowane w grupie masowanej duże odchylenie standardowe w 3. tygodniu eksperymentu i znacznie mniejsze w 10 tygodniu. Świadczyć to może o tym, że w 3. tygodniu trwania eksperymentu tylko część włókien uległa przebudowie strukturalnej, podczas gdy w 10. tygodniu przebudowie uległa znacznie większa liczba włókien tworzących ścięgno. Na podstawie tych obserwacji można przypuszczać, że aby doszło do znaczących zmian strukturalnych potrzebny jest dłuższy czas. Może to właśnie potwierdzać tendencja wzrostowa udziału procentowego włókien o najmniejszej średnicy (≤ 100 nm), mająca miejsce w grupie zwierząt jednocześnie poddanych treningowi biegowemu i masażowi w 10. tygodniu eksperymentu.

Podsumowując, można wnioskować, że masaż wykonywany podczas długotrwałego treningu biegowego może inicjować zmiany w strukturze ścięgna u szczura, które wydają się być korzystne z punktu widzenia jego funkcji, a pośrednio w prewencji urazów. Może to mieć również znaczenie w sytuacji przebytego urazu w obrębie tkanki ścięgnistej, gdy w wyniku

reparacji doszło do utworzenia blizny. Masaż w tej sytuacji może sprzyjać przebudowie tkanki bliznowatej i w ten sposób zapobiegać ponownym uszkodzeniom jej struktury.

Ostatnia praca cyklu pt.: **Increased skeletal muscle expression of VEGF induced by massage and exercise** (Folia Histochemica et Cytobiologica. Volume 53, No. 2, 2015. IF=1,364; MNiSW=15) prezentuje wpływ masażu mięśni wykonywanego przed lub w trakcie długotrwałego intensywnego wysiłku fizycznego na proces angiogenezy w tkance mięśniowej. Przeciężenia mięśni szkieletowych są jednymi z najczęstszych przyczyn kontuzji występujących u osób zawodowo lub amatorsko uprawiających dyscypliny, w których istotnym elementem składowym aktywności fizycznej jest bieg (Beiner et al. 2001). Ich przyczyną może być nieodpowiednie przygotowanie do wysiłku fizycznego np. brak rozgrzewki, zbyt duża intensywność wysiłku w stosunku do wydolności (nieodstateczne wytrenowanie), obniżona regeneracja włókien mięśniowych po wcześniejszym obciążeniu, przebyte w przeszłości urazy i powstałe w wyniku tego blizny, czy też niewydolność mechanizmów adaptacyjnych do zwiększonych obciążeń wysiłkowych. Mogą one być spowodowane między innymi niedostateczną podażą utlenowanej krwi podczas pracy mięśni wynikającą ze zbyt słabo rozwiniętej sieci naczyń krwionośnych w stosunku do zapotrzebowania podczas ich intensywnej pracy. Jednym z procesów adaptacyjnych występujących we włóknach mięśniowych w wyniku treningu fizycznego jest tworzenie się nowych jak i rozbudowa sieci już istniejących naczyń krwionośnych, a poprzez to zwiększenie dystrybucji krwi w mięśniach poddanych obciążeniu (Yang et al. 1990, Gute et al. 1996). Proces angiogenezy jako odpowiedź na obciążenie intensywnym wysiłkiem fizycznym zaobserwowano w wielu eksperymentach (Adair et al. 1990, Hudlicka 1990, Richardson et al. 2000, Lloyd et al. 2003). Najważniejszym elementem inicjowania tego zjawiska jest wzrost ekspresji VEGF, który stymuluje między innymi proliferację komórek śródbłonna i formowanie się naczyń krwionośnych (Breen et al. 1996, Vouyouka et al. 1998, Lehoux et al. 1998, Richardson et al. 1999, Gustaffson et al. 1999, Gavin et al. 2001, Birot et al. 2003, Jensen et al. 2004, Roudier et al. 2010, Wagner et al. 2011, Giacca et al. 2012). Tworzenie się naczyń krwionośnych może mieć dalsze konsekwencje dla funkcjonalnych procesów adaptacyjnych, takich jak chociażby wzrost wydolności mięśni. Jednym z powszechnie stosowanych zabiegów w odnowie biologicznej, któremu przypisuje się rolę zarówno w przygotowaniu organizmu sportowca do wysiłku fizycznego jak również w przywracaniu sprawności po nim, jest masaż (Tidus et al. 1995, Hart et al. 2005, Zainuddin et al. 2005, Best et al. 2008). Jest on również wykorzystywany jako środek terapeutyczny

stosowany w rekonwalescencji po urazach oraz jako czynnik inicjujący regenerację mięśni szkieletowych. Masaż wykorzystujący w swym działaniu niespecyficzny bodziec mechaniczny, w formie odkształcania mięśni w kierunku poprzecznym do przebiegu włókien mięśniowych, może stymulować mechanizm mechanotransdukcji i tym samym powodować zmiany na poziomie komórkowym, gdzie czynnik mechaniczny przetwarzany jest na czynnik chemiczny wywołujący szereg reakcji komórkowych między innymi nasilając ekspresję różnych czynników wzrostu (MacKenna et al. 2000, Kjaer 2004, Chiquet et al. 2009). Zachodzi zatem pytanie czy masaż wykonywany przed lub podczas treningu biegowego może sprzyjać procesom angiogenezy, które pośrednio mogą przyczyniać się do poprawy wydolności masowanych mięśni, wzmacniać procesy regeneracji włókien mięśniowych i tym samym zmniejszać ryzyko urazów podczas wysiłku fizycznego?

Celem prezentowanej pracy było zbadanie - czy masaż mięśni wykonywany przed lub w trakcie ich pracy (trening biegowy) ma wpływ na poziom ekspresji głównego czynnika angiogenezy VEGF-A w badanych włóknach mięśniowych?

W tym celu przeprowadzono badania immunohistochemiczne (IHC) oraz molekularne (real-time PCR oraz Western Blot). Zgodnie z realizowanym projektem w badaniach uczestniczyło 75 szczurów podzielonych na trzy grupy, po 25 osobników w każdej. Szczury ze wszystkich 3 grup były poddawane treningowi biegowemu na bieżni przez okres 10 tygodni. W pierwszej grupie masaż był wykonywany przez 3 tygodnie przed rozpoczęciem treningu biegowego, w drugiej grupie masaż był wykonywany od momentu rozpoczęcia treningu aż do jego zakończenia, a w trzeciej grupie masaż nie był wykonywany. Masaż wykonywano głowicą algometru ruchem spiralnym na brzuchu mięśnia zginacza krótkiego palców (w obu kończynach tylnych). Materiał do badań był pobierany kolejno od 5 osobników z każdej grupy w 7, 21, 35, 49 i 70 dniu eksperymentu.

Uzyskane wyniki badań wykazały stopniowy wzrost ekspresji mRNA *VEGF-A* w grupie, w której masaż był wykonywany równocześnie z treningiem biegowym, który to wzrost ekspresji utrzymywał się przez cały czas trwania eksperymentu i różnił się istotnie statystycznie w porównaniu do grupy kontrolnej oraz grupy zwierząt masowanych przez trzy tygodnie przed rozpoczęciem treningu biegowego. Również na poziomie białka zaobserwowano istotny statystycznie wzrost ekspresji VEGF-A w grupie zwierząt masowanych równocześnie z treningiem biegowym w porównaniu do grupy kontrolnej, który był widoczny od 1 do 7 tygodnia eksperymentu, ze szczególnym jego nasileniem pomiędzy 3 i 5 tygodniem, a utrzymującym się do 7 tygodnia. Przeprowadzone badania z wykorzystaniem

metody IHC potwierdziły zróżnicowany poziom tego białka we włóknach mięśni szkieletowych u poddanych eksperymentowi zwierząt doświadczalnych, korelujący z rezultatami uzyskanymi z wykorzystaniem metody Western Blot.

Wyniki te mogą świadczyć o korzystnym działaniu masażu stosowanego w obrębie mięśni szkieletowych. Istotny statystycznie wzrost ekspresji VEGF-A jako głównego czynnika inicjacji procesu angiogenezy w wyniku synergistycznego wykonywania masażu i treningu biegowego, daje obiektywne przesłanki do stwierdzenia, że takie, długotrwałe, wielokrotnie powtarzane działanie może przyczyniać się do rozwijania procesów adaptacyjnych w mięśniach szkieletowych. Efektem tego może być tworzenie się nowych i rozrost istniejącej sieci naczyń krwionośnych w mięśniach, a pośrednio może przyczyniać się to do zwiększenia wydolności mięśni, jak również stwarzać lepsze warunki do procesów regeneracji.

Przedstawione w powyższym cyklu prac odkrycia stanowią pierwsze tego typu doniesienia naukowe na świecie i są bardzo istotne z punktu widzenia obiektywizacji działania masażu na wybrane tkanki organizmu (ścięgna, mięśnie). Jednocześnie stanowią one wiarygodny argument przemawiający za stosowaniem masażu w celu pośredniej poprawy funkcji ścięgien i mięśni szkieletowych zarówno w postępowaniu profilaktycznym, terapeutycznym, jak również jako elementu odnowy biologicznej u sportowców oraz osób uprawiających sport amatorsko.

Najważniejsze wnioski z prezentowanego cyklu publikacji.

1. Masaż ścięgien mięśni u szczurów może działać stymulująco na ekspresję szeregu mediatorów procesu angiogenezy.
2. Masaż wykonywany podczas długotrwałego treningu biegowego może inicjować zmiany w strukturze ścięgna u szczura, które wydają się być korzystne z punktu widzenia jego funkcji, a pośrednio w prewencji urazów.
3. Masaż mięśni u szczurów wykonywany w trakcie ich pracy (trening biegowy) nasila ekspresję głównego czynnika angiogenezy VEGF-A w ich obrębie, co pośrednio może przyczyniać się to do zwiększenia ich wydolności, jak również stwarzać lepsze warunki do procesów regeneracji.

Działanie masażu na organizm prawdopodobnie związane jest, między innymi, ze zjawiskiem przetwarzania czynnika mechanicznego w sygnały elektryczne i chemiczne zachodzące na poziomie komórkowym, tzw. mechanotransdukcją (mechanotransduction).

Piśmiennictwo

Adair TH., Gay WJ., Montani JP., Growth regulation of the vascular system. Evidence of a metabolic hypothesis. Am J Physiol, 1990, 259, 393–404.

Banes AJ., Tsuzaki M., Yamamoto J., et al, Mechanoreception at the cellular level: the detection, interpretation and diversity of responses to mechanical signals. Biochem Cell Biol, 1995, 73 (7-8), 349-65.

Banes AJ., Horesovsky G., Larson C., et al, Mechanical load stimulates expression of novel genes in vivo and in vitro in avian flexor tendon cells. Osteoarthritis and Cartilage, 1999, 7(1), 141–153.

Beiner JM., Joki P., Muscle contusion injuries: current treatment options. J Am Acad Orthop Surg, 2001, 9, 227–37.

Benjamin M., Ralphs JR., The cell and developmental biology of tendons and ligaments. International Review of Cytology, 2000, 196, 85–130.

Bershadsky A., Kozlov M., Geiger B., Adhesion-mediated mechanosensitivity: a time to experiment and a time to theorize. Curt Opin Cell Biol, 2006, 18 (5), 472-81.

Best TM., Hunter R., Wilcox A., et al, Effectiveness of sports massage for recovery of skeletal muscle from strenuous exercise. Clin J Sport Med, 2008, 18, 446–60.

Hart JM., Swanik CB., Tierney RT., Effects of sport massage on limb girth and discomfort associated with eccentric exercise. J Athl Train, 2005, 40, 181–5.

Black C., Vickerson B., McCully K., Noninvasive assessment of vascular function in the posterior tibial artery of health humans. Dyn Med, 2003, 2 (1), 1.

Birot OJG., Koulmann N., Peinnequin A., et al. Exercise-induced expression of vascular endothelial growth factor mRNA in rat skeletal muscle is dependent on fibre type. J Physiol, 2003, 552, 213–21.

Breen EC., Johnson EX., Wagner H., et al. Angiogenic growth factor mRNA in muscle a single bout of exercise. J Appl Physiol, 1996, 81, 355–61.

Delaney J., Leong K., Watkins A., et al, The short-term effects of myofascial trigger point massage therapy on cardiac tone in health subjects. J Adv Nurs, 2002, 37 (4), 364-71.

Drust B., Atkinson G., Gregson W., et al, The effects of massage on intra muscular temperature in the vastus lateralis In humans. Int J Sports Med, 2003, 24 (6), 395-9.

Chiquet M., Gelman L., Lutz R., Maier S., From mechanotransduction to extracellular matrix gene expression in fibroblast. Biochemica et Biophysica Acta, 2009, 1793, 911-920.

Choquet D., Felsenfeld DP., Sheetz MP., Extracellular matrix rigidity causes strengthening of integrin-cytoskeleton linkages. Cell, 1997, 88 (1), 39-48.

Ferrara N., Molecular and biological properties of vascular endothelial growth factor. Journal of Molecular Medicine, 1999, 77 (7), 527–543.

Gavin TP., Wagner PD., Effect of short-term exercise training on angiogenic growth factor gene response in rats. J Appl Physiol, 2001, 90, 1219–26.

Giacca M., Zacchigna S., VEGF gene therapy: therapeutic angiogenesis in the clinic and beyond. Gene Ther, 2012, 19, 622–9.

Gustaffson T., Puntschart A., Kaijser L., et al, Exercise-induced expression of angiogenesis-related transcription and growth factors in human skeletal muscle. Am J Physiol, 1999, 276, 679–85.

Gute D., Fraga C., Laughlin MH., et al, Regional changes in capillary supply in skeletal muscle of high-intensity endurance-trained rats. J Appl Physiol, 1996, 81, 619–26.

Hemmings B., Sports massage and psychological regeneration. Br J Ther Rehabil, 2000, 7 (4), 184-8.

Huang H., Kamm RD., Lee RT., Cell mechanics and mechanotransduction: pathways, probes and physiology. Am J Physiol Cell Physiol, 2004, 287 (1), 1-11.

Hudlicka O., *The response of muscle to enhanced and reduced activity. Baillieres Clin Endocrin Metab*, 1990, 4, 1160–8.

Jensen L., Schjerling P., Hellsten Y., *Regulation of VEGF and bFGF mRNA expression and other proliferative compounds in skeletal muscle cells. Angiogenesis*, 2004, 7, 255–67.

Juliano RL., Haskill S., *Signal transduction from the extracellular matrix. J Cell Biol*, 1993, 120 (3), 577-85.

Kaada B., Torsteinbo O., *Increase of plasma beta-endorphins in connective tissue massage. Gen Pharmacol*, 1989, 20 (4), 487-9.

Kassolik K., Andrzejewski W, Dziegiel P., et al, *Massage-induced morphological changes of dense connective tissue in rat tendon. Folia Histochemica et Cytobiologica*, 2013, 51 (1), 103–106.

Kjaer M., *Role of extracellular matrix in adaptation of ten don and skeletal muscle to mechanical loading. Physiological Reviews*, 2004, 84 (2), 649–698.

Kubo K., Kanehisa H., Kawakami Y., Fukunaga T., *Elastic properties of muscle-tendon complex in long distance runners. European Journal of Applied Physiology*, 2000, 81(3), 181–187.

Langberg H., Rosendal L., Kjaer M., *Training-induced changes in peritendinous type I collagen turnover determined by microdialysis in humans. Journal of Physiology*, 2001, 534(1), 297–302.

Leivadi S., Hernandez-Reif M., Field T., et al, *Massage therapy and relaxation effects on university dance students. J Dance Med Sci*, 1999, 3 (3), 108-12.

Loghmani MT., Warden SJ., *Instrument-assisted cross-fiber massage increase tissue perfusion and alters microvascular morphology in the vicinity of healing knee ligaments. BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 13, 240.

Lehoux S., Tedgui A., *Signal transduction and mechanical stresses in vascular wall. Hypert*, 1998, 32, 338–45.

Lloyd PG., Prior BM., Yang HT., et al, *Angiogenic growth factor expression in rat skeletal muscle in response to exercise training. Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2003, 284, 1668–78.

Longworth J., *Psychophysiological effects of slow stroke back massage In normotensive females. Adv Nurs Sci* 1982, 4, 44-61.

MacKenna D., Summerour SR., Villarreal FJ., *Role of mechanical factors in modulating cardiac fibroblast function and extracellular matrix synthesis. Cardiovascular Research,* 2000, 46 (2), 257–263.

Magnusson SP., Hansen P., Kjaer M., *Tendon properties in relation to muscular activity and physical training. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports,* 2003, 13(4), 211–223.

Maniotis AJ., Chen CS., Ingber DE., *Demonstration of mechanical connections between integrins, cytoskeletal filaments and nucleoplasm that stabilize nuclear structure. Proc Natl Acad Sci USA,* 1997, 94, 849-54.

McNair P., Stanley S., *Effects of passive stretching and jogging on the series muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. Br J Sports Med,* 1996, 30, 313-8.

Michna H., *Morphometric analysis of loading-induced changes in collagen-fibril populations in young tendons. Cell and Tissue Research,* 1984, 236(2), 465–470.

Michna H. Hartmann G., *Adaptation of tendon collagen to exercise. International Orthopaedics,* 1989, 13(3), 161–165.

Morelli M., Seaborne D., Sullivan S., *H-reflex modulation during manual muscle massage of human triceps surae. Arch Phys Med Rehabil,* 1991, 72, 915-9.

Puustjarvi K., Airakasinen O., Pontinen P., *The effects of massage in the patients with chronic tension headache. Acupunct Elektrother Res,* 1990, 15, 159-62.

Ricci AJ., Kachar B., Gale J., Van Netten SM., *Mechano-electrical transduction: new insights into old ideas. J Membr Biol,* 2006, 209 (2-3), 71-88.

Richardson R.S., Wagner H., Mudaliar S.R.D., et al, Human VEGF gene expression in skeletal muscle: The effect of acute normoxic and hypoxic exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 1999, 277, 2247–52.

Richardson R.S, Wagner H., Mudaliar S.R.D., et al, Exercise adaptation attenuates VEGF gene expression in human skeletal muscle. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2000, 279, 772–8.

Roudier E., Gineste Ch., Wazna A., et al. Angio-adaptation in unloaded skeletal muscle: new insights into an early and muscle type-specific dynamic process. *J Physiol*, 2010, 588, 4579–91.

Schmidt C., Pommerenko H., Durr F., et al, Mechanical stressing of integrin receptors induces enhanced tyrosine phosphorylation of cytoskeletally anchored proteins. *J Biol Chem*, 1998, 273, 5081-85.

Shafrir Y., Forgacs G., Mechanotransduction through the cytoskeleton. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2002, 282, 479-86.

Tidus P., Shoemaker J., Effleurage massage, muscle blood flow and long term post-exercise recovery. *Int J Sports Med*, 1995, 16 (7), 478-83.

Tipton C.M., Matthes R.D., Maynard J.A., Carey R.A., The influence of physical activity on ligaments and tendons. *Medicine and Science in Sports*, 1975, 7(3), 165–175.

Tipton C.M., Vailas A.C., Matthes R.D., Experimental studies on the influences of physical activity on ligaments, tendons and joints: a brief review. *Acta Medica Scandinavica Supplementum*, 1986, 711, 157–168

Vouyouka A.G., Powell R.J., Ricotta J., et al, Ambient pulsatile pressure modulates cell proliferation. *J Mol Cell Cardiol*, 1998, 30, 609–15.

Wagner P.D., The critical role of VEGF in skeletal muscle angiogenesis and blood flow. *Biochem Soc Transm* 2011, 39, 1556–9.

Wall M.E., Banes F., Early responses to mechanical load in tendon: role for calcium signaling, gap junctions and intercellular communication. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 2005, 5, 70-84.

Weerapong P., Hume PA., Kolt GS., *The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. Sports Med, 2005, 35 (3), 235-256.*

Wiktorsson-Moller M., Oberg B., Ekstrand J., et al, *Effects of Warming up, massage and stretching on range of motion and muscle strength In the Lower extremity. Am J Sports Med, 1983, 11 (4), 249-52.*

Woo S.L., Ritter M.A., Amiel D., Sanders T.M., Gomez M.A., Kuei S.C., Garfin S.R., Akeson W.H., *The biomechanical and biochemical properties of swine tendons: long term effects of exercise on the digital extensors. Connective Tissue Research, 1980, 7(3), 177–183.*

Woo S.L., Gomez M.A., Amiel D., Ritter M.A., Gelberman R.H., Akeson W.H., *The effect of exercise on the biomechanical properties of swine digital flexor tendons. Journal of Biomechanical Engineering, 1981, 103(1), 51–56.*

Yang HT., Dinn RF., Terjung RL., *Training increases muscle blood flow in rats with peripheral arterial insufficiency. J Appl Physiol, 1990, 69, 1353–9.*

Zainuddin Z., Newton M., Sacco P., et al. *Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling and recovery of muscle function. J Athl Train, 2005, 40, 174–80.*

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych.

Od początku swojej pracy naukowej szczególnie interesował mnie problem efektywności masażu i możliwości jego wykorzystania w różnych schorzeniach. Z tego powodu podjąłem szereg badań mających na celu uzyskanie odpowiedzi na pytanie: czy istnieje obiektywne uzasadnienie stosowania masażu w różnych jednostkach chorobowych? Pomimo że powszechnie przyjmuje się, że masaż jest skuteczną formą fizjoterapii, szczególnie w dysfunkcjach układu ruchu, to jednak przez długi okres brak było badań, które w sposób możliwie obiektywny potwierdzałyby jego terapeutyczną przydatność. Z tego powodu wydawało się uzasadnionym przeprowadzenie badań, które zweryfikowałyby istniejące poglądy na ten temat. Efektem zainteresowania tym zagadnieniem było przeprowadzenie szeregu prac, w których podjąłem próbę oceny efektów terapeutycznych masażu leczniczego głównie w dolegliwościach bólowych w obrębie układu ruchu. Wśród prac z tego cyklu na szczególną uwagę zasługują:

1. Krzysztof Kassolik, Donata Kurpas, Iwona Wilk, Izabella Uchmanowicz, Jacek Hyży, **Waldemar Andrzejewski**. *The effectiveness of massage in therapy for obturator nerve dysfunction as complication of hip joint alloplasty - case report. Rehabilitation Nursing. 2014; vol.39; nr 6; s.311-320 (Impact Factor ISI: 1,153; Ranking MNiSW: 20.000)*
2. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Iwona Wilk. *Możliwości zastosowania masażu w bólach kręgosłupa. Possible applications of massage in pain spine. Rehabilitacja w Praktyce. 2012; nr 5; s. 50-55 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 4.480)*
3. Regina Woszek, **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik. *Ocena efektywności masażu leczniczego u osób ze zmianami przeciążeniowymi odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Evaluation of the effectiveness of therapeutic massage in patients with changes in the lumbar spine overload. Rehabilitacja w Praktyce. 2011; nr 1; s.52-56 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 4.480)*
4. **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik, Jerry Srebniak. *Możliwości zastosowania masażu w zespole łokcia golfisty. Possibilities of using massage in golfer's elbow. Rehabilitacja w Praktyce. 2010; nr 2; s.45-46 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 2.880)*
5. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Henryk Pawlak. *Masaż w dysfunkcji stawu barkowego. Massage in the shoulder joint dysfunction. Rehabilitacja w Praktyce. 2009; nr 2; s.44-46 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 2.720)*
6. **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik, Andrzej Steciwko, Joanna Rakus. *Skuteczność masażu medycznego w bólach kręgosłupa u osób w wieku starszym. The efficacy of medical massage in people in advanced age with spinalnia. Family Medicine and Primary Care Review. 2007; vol.9; nr 2; s.195-203 (Ranking MNiSW: 3.000; Index Copernicus: 5.630)*
7. **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik, Paweł Kamiński, Marek Kiljański. *Wpływ masażu medycznego na dolegliwości bólowe i jakość życia kobiet ze zmianami zwyrodnieniowymi odcinka szyjnego kręgosłupa. The effect of medical massage on pain and the quality of life in women with degenerative changes in the cervical spine. Medycyna Sportowa. 2007; vol.23; nr 1; s.28-34 (Ranking MNiSW: 4.000; Index Copernicus: 5.350)*

8. **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik, Anna Karaś, Grzegorz Karaś, Ewa Trzęsicka. *Ocena efektywności masażu medycznego u osób z bólami dolnego odcinka kręgosłupa. Assessment of the effectiveness of medical massage in patients with low back pain. Fizjoterapia Polska. 2006; vol.6; nr 2; s.150-156 (Ranking MNiSW: 5.000; Index Copernicus: 5.800)*

9. **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik, Paweł Adam. *Ocena skuteczności masażu medycznego w zmianach zwyrodnieniowych lędźwiowego odcinka kręgosłupa. The evaluation of the efficacy of medical massage in degenerative changes of the lumbar spine. Fizjoterapia Polska. 2006; vol.6; nr 3; s.198-205 (Ranking MNiSW: 5.000; Index Copernicus: 5.800)*

10. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Ewa Trzęsicka, Bożena Ostrowska. *Ocena skuteczności masażu medycznego w zespole bolesnego barku. Evaluation of the effectiveness of medical massage in shoulder pain syndrome. Fizjoterapia Polska. 2005; vol.5; nr 2; s.201-206 (Ranking MNiSW: 5.000; Index Copernicus: 5.630)*

11. **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik, Tomasz Schulz, Paweł Piątkowski. *Ocena skuteczności masażu leczniczego i zabiegów fizykalnych u chorych z dolegliwościami bólowymi odcinka szyjnego kręgosłupa. Evaluating the effectiveness of therapeutic massage and physiotherapy treatments for patients with pains cervical spine. Kwartalnik Ortopedyczny. 2003; vol.49; nr 1; s.13-16 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 2.850)*

Uczestniczyłem też w badaniach, które miały na celu określenie przydatności masażu w terapii nietypowych dolegliwości i dysfunkcji nie związanych bezpośrednio ze schorzeniami układu ruchu. Efektem prac nad tym problemem są publikacje, których jestem współautorem:

1. Krzysztof Kassolik, Donata Kurpas, **Waldemar Andrzejewski**, Iwona Wilk, Marta Świątek. *The effectiveness of massage in stress urinary incontinence - case study. Rehabilitation Nursing. 2013; vol.38; nr 6; s.306-314 (Impact Factor ISI: 0.849; Ranking MNiSW: 20.000)*

2. Iwona Wilk, Marcin Brzozowski, Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**. *Możliwości zastosowania masażu w zaparciach. The possibility of applying massage in constipation. Rehabilitacja w Praktyce. 2011; nr 5; s.50-54 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 4.480)*

3. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Marcin Brzozowski, Ewa Trzęsicka, Wojciech Apoznański, Tomasz Szydelko, Andrzej Steciwko, Andrzej Staniszewski, Maria Bujnowska-Fedak. *Medical massage as a physiotherapeutic method in benign prostatic hyperplasia in men. Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2007; vol.11; nr 2; s.121-128 (Ranking MNiSW: 3.000)
4. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**. *Możliwości wykorzystania masażu u dzieci z zaburzonym rozwojem psychomotorycznym: Cz.1 - Masaż w nadwrażliwości skóry. The possibilities of using massage for children with impaired psychomotor development: part 1 - Massage in the hypersensitivity of the skin. Rehabilitacja w Praktyce.* 2007; nr 1; s.31-33 (Ranking MNiSW: 3.000; Index Copernicus: 1.970)
5. Krzysztof Kassolik, Henryk Kaczkowski, Hanna Wojtoń, **Waldemar Andrzejewski**, Piotr Zachariasiewicz, Ewa Trzęsicka. *Ocena efektywności masażu medycznego po zabiegach chirurgicznych w obrębie twarzoczaszki. Efficacy of medical massage after facial skeleton surgery. Fizjoterapia Polska.* 2007; vol.7; nr 4; s.425-430 (Ranking MNiSW: 5.000 ;Index Copernicus: 5.890)
6. **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik, Barbara Nowak, Andrzej Steciwko, Aleksandra Mucha, Łukasz Marcinkowski. *Zastosowanie masażu medycznego u osób z nadciśnieniem tętniczym i towarzyszącymi dolegliwościami bólowymi kręgosłupa. Application of medical massage in persons with hypertension and concomitant spinalnia. Family Medicine and Primary Care Review.* 2007; vol.9; nr 1; s.75-81 (Ranking MNiSW: 3.000;Index Copernicus: 5.630)
7. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Piotr Wojtoń, Klara Sadowska, Agnieszka Cichoszewska. *Masaż medyczny w bolesnej miesiączce. Medical massage in dysmenorrhoea. Fizjoterapia Polska.* 2006; vol.6; nr 4; s.339-343 (Ranking MNiSW: 5.000; Index Copernicus: 5.800)
8. Krzysztof Kassolik, Barbara Nowak, Agnieszka Pisula, Ewa Krawiecka-Jaworska, **Waldemar Andrzejewski**, Ewa Trzęsicka. *Pilotażowe badania zastosowania masażu medycznego w przywracaniu prawidłowej dystrybucji krwi żyłnej i chłonki w wątrobie. Pilot research on medical massage application in restoring proper venous blood and lymph distribution in liver. Family Medicine and Primary Care Review,* 2006; vol.8; nr 1; s.52-57 (Ranking MNiSW: 3.000; Index Copernicus: 5.630)

9. *Andrzej Steciwko, Krzysztof Kassolik, Waldemar Andrzejewski, Jacek Niemiec, Ewa Trzęsicka. Wpływ masażu klasycznego na wspomaganie zachowawczego, niefarmakologicznego leczenia nadwagi i otyłości Classical massage as an aid in treatment of overweight and obesity. Advances in Clinical and Experimental Medicine, 2003; 12; nr 3, supl.1; s.37-42 (Ranking MNiSW: 5.000; Index Copernicus: 5.510)*

10. *Krystyna Rożek-Mróż, Anna Jurkowska, Krzysztof Kassolik, Waldemar Andrzejewski, Barbara Majewska. Wpływ wybranej metody fizjoterapii na czynnościowe parametry układu oddechowego u pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc. The influence of the chosen method of physiotherapy on functional respiratory parameters in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Polska Medycyna Rodzinna. 2002; t.4; z.1; s.39-43 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 2.840)*

11. *Waldemar Andrzejewski, Krystyna Rożek-Mróż, Bartosz Sikorski, Marcin Podwika, Barbara Majewska. Wykorzystanie masażu w celu normalizacji napięcia mięśniowego osób z astmą oskrzelową. The use of massage to normalize muscle tone in patients with asthma. Fizjoterapia. 2000, 8(2), s.34-37*

Prace te potwierdziły przydatność terapeutyczną masażu w leczeniu nie tylko dolegliwości bólowych układu ruchu, ale także w dysfunkcji niektórych narządów wewnętrznych. Prowadząc powyższe badania powstało pytanie o możliwości uszczegółowienia oceny efektywności masażu w taki sposób, aby nie odnosiła się ona tylko do ogólnego stanu zdrowia pacjenta np. ocena dolegliwości bólowych za pomocą skali VAS, ale również, aby dawała możliwość oceny stanu poszczególnych struktur anatomicznych. Bazując na doświadczeniu zawodowym w pracy z pacjentami zauważyłem, że dysfunkcji tkanek miękkich towarzyszy ich podwyższona wrażliwość uciskowa. Ma to na przykład miejsce w mięśniach, w których doszło do utrzymującego się podwyższonego napięcia spoczynkowego. Sprowokowało mnie to do skierowania swoich zainteresowań naukowych w kierunku badania możliwości wykorzystania oceny wrażliwości uciskowej tkanek miękkich układu ruchu do oceny efektywności terapeutycznej masażu. W konsekwencji prowadzonych badań opublikowałem szereg prac dotyczących tego zagadnienia:

1. *Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik, Marcin Brzozowski, Katarzyna Cymer. The influence of age and physical activity on the pressure sensitivity of soft tissues of the*

musculoskeletal system. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2010; vol.14; nr 4; s.382-390 (Ranking MNiSW: 2.000)

2. **Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik.** *Ocena palpacyjna w masażu tensegracyjnym. Palpable evaluation of a patient in tensegration massage. Fizjoterapia. 2009; t.17; nr 4; s.60-66 (Ranking MNiSW: 4.000; Index Copernicus: 5.460)*

3. **Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik, Katarzyna Cymer.** *Poziom korelacji między wrażliwością uciskową mierzoną na przyczepie kostnym i na przebiegu mięśni szkieletowych. The level of correlation between the sensitivity to pressure measured on bone attachment and in skeletal muscles. Family Medicine and Primary Care Review. 2009; vol.11; nr 2; s.127-133 (Ranking MNiSW: 4.000; Index Copernicus: 6.070)*

4. **Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik, Aleksandra Czaplicka, Piotr Czaplicki, Paweł Piątkowski.** *Algometryczna ocena efektywności fizjoterapii w zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego. Algometer based assessment of effectiveness of physiotherapy in lumbar spine pains. Kwartalnik Ortopedyczny. 2007; vol.56; nr 2; s.152-161 (Ranking MNiSW: 3.000; Index Copernicus: 3.740)*

5. **Waldemar Andrzejewski, Krzysztof Kassolik, Anna Karaś, Grzegorz Karaś, Paweł Piątkowski.** *Ocena efektywności masażu medycznego u osób z chorobą zwyrodnieniową odcinka szyjnego kręgosłupa z wykorzystaniem karty oceny pacjenta. Evaluation of the effectiveness of medical massage in people with osteoarthritis of the cervical spine using an evaluation sheet the patient. Kwartalnik Ortopedyczny. 2004; nr 1; s.28-35 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 2.840)*

6. **Krzysztof Kassolik, Waldemar Andrzejewski, Zbigniew Sawicki.** *Kompleksowa ocena pacjenta w masażu medycznym. Comprehensive patient assessment in medical massage. Fizjoterapia Polska. 2003; vol.3; nr 3; s.281-286 (Ranking MNiSW: 5.000; Index Copernicus: 5.820)*

W przedstawionym cyklu prac dokonano analizy możliwości wykorzystania oceny wrażliwości uciskowej tkanek układu ruchu w terapii. Uzyskane wyniki dają podstawę do stwierdzenia, że ocena palpacyjna wrażliwości uciskowej stanowi jeden z najważniejszych elementów oceny stanu pacjenta dla potrzeb masażu i pozwala w bardzo precyzyjny sposób ustalić zakres i przebieg poszczególnych zabiegów masażu. Stwarza to możliwość z jednej

strony ograniczenia się do objęcia masażem tkanek, w których doszło do zaburzenia napięcia spoczynkowego, a z drugiej strony umożliwia indywidualizację terapii nie tylko jednego zabiegu u danego pacjenta, ale również poszczególnych zabiegów w serii. Jest to niezmiernie istotne ze względu na efektywność zabiegów masażu, ale także czyni go działaniem celowanym, a nie schematycznym, jak niestety często jest on postrzegany. Ocena palpacyjna polega na punktowym odkształceniu (nacisku opuszką palca masażyisty) miejsc przyczepów kostnych poszczególnych tkanek i w tym czasie na ocenie przez pacjenta ich wrażliwości (bolesności). Nacisk wykonywany jest z narastającą siłą do momentu, kiedy masażyista wyczuwa opór, uniemożliwiający dalsze odkształcanie ocenianej tkanki. W tym czasie badany informuje o tym, czy w trakcie powyższego odkształcania odczuwa on ból w miejscu badanym, czy tylko ucisk bez wrażenia bólu. Przyjęto, że występowanie bólu w miejscu badanym świadczy o dysfunkcji ocenianej tkanki z jednoczesnym podwyższeniem jej napięcia spoczynkowego. Ocena ta stanowi podstawę do ustalenia, w obrębie których struktur anatomicznych doszło do zaburzenia rozkładu napięcia spoczynkowego. Pozwala to na bardzo precyzyjne, wybiórcze aplikowanie masażu na tych tkankach w obrębie których doszło do dysfunkcji. Ocena wrażliwości uciskowej tkanek miękkich może być również wykonywana przy użyciu algometru. Umożliwia on dokonanie oceny bólu uciskowego pod wpływem czynnika mechanicznego o różnej sile nacisku w precyzyjnie określonym miejscu o powierzchni 1cm^2 na przebiegu lub przyczepie kostnym mięśni szkieletowych, więzadeł i powięzi. Jak pokazują wyniki przeprowadzonych badań wrażliwość uciskowa na przyczepie kostnym mięśni i na ich przebiegu jest silnie skorelowana, co pozwala zamiennie dokonywać oceny bądź to na wybranych przyczepach kostnych, bądź na przebiegu w tzw. punktach spustowych (trigger points). Jednakże moje doświadczenie wskazuje, że pierwszy wariant jest zdecydowanie łatwiejszy, ze względu na łatwość dostępu do elementów kostnych i większą powtarzalność badania. Natomiast lokalizacja i ocena na przebiegu tkanki może przysparzać wielu problemów, co wynika z trudności w lokalizacji „punktów spustowych” i wymaga od terapeuty dużego doświadczenia oraz może budzić pewne wątpliwości co do powtarzalności pomiarów.

Kolejnym kierunkiem moich zainteresowań naukowych było opracowanie bardziej efektywnego działania terapeutycznego w stosunku do masażu klasycznego, którego skuteczność terapeutyczna, w wielu sytuacjach z jakimi się spotykałem w pracy z pacjentami, zawodziła. W efekcie tego wraz ze swoimi współpracownikami poszukiwaliśmy takiej metodologii masażu, która gwarantowałaby nie tylko uzyskanie efektu terapeutycznego, ale

również jego utrzymywanie się przez dłuższy czas. Takim rozwiązaniem okazało się wykorzystanie w masażu zależności strukturalnych i funkcjonalnych pomiędzy poszczególnymi strukturami anatomicznymi ciała człowieka. Na tym założeniu powstała metoda masażu, którą od zasady w niej wykorzystywanej nazwaliśmy masażem tensegracyjnym. Tensegracja obejmuje struktury, które uzyskują stabilizację poprzez wstępne naprężenie t.j. wszystkie elementy struktury są w stanie napięciowej kompresji. Polega to na tym, że sztywne elementy (kości) są poddane stałemu niewielkiemu ściskaniu w wyniku napięcia giętkich elementów (powięź, mięsień, więzadło, ścięgno) rozpiętych pomiędzy nimi. W takiej strukturze sztywne elementy przenoszące naprężenia ściskające rozciągają, czyli napinają giętkie elementy, podczas gdy te z kolei ściskają w odpowiedzi sztywne elementy. Tym samym napięcie jest w sposób ciągły przenoszone na wszystkie elementy układu. Dlatego też, wzrost napięcia w jednym elemencie spowoduje wzrost napięcia w całej strukturze. Dotychczasowe badania w tym zakresie pozwalają zakładać, że powyższe zależności odgrywają pierwszorzędą rolę dla organizmu, gdyż dzięki zrównoważonym siłom pociągania, możliwe jest utrzymywanie optymalnego układu przestrzennego poszczególnych komórek, tkanek oraz utworzonych z nich narządów. Stanowi to podstawę dla prawidłowego funkcjonowania organizmu. W budowie anatomicznej człowieka możemy znaleźć wiele miejsc, gdzie na bardzo małej powierzchni kości przyczepia się jednocześnie kilka mięśni generujących siły pociągania w różnym kierunku, często przeciwstawnym. W takim przypadku, wzrost tonusu spoczynkowego jednego z tych mięśni wymusza wzrost tonusu spoczynkowego we wszystkich pozostałych mięśniach mających przyczep w tym samym miejscu na kości. Dzięki temu dochodzi do zrównoważenia sił pociągania oddziałujących na przyczep mięśni i utrzymanie elementu kostnego w niezmiennym położeniu. Podczas utrzymywania się takiego podwyższonego tonusu spoczynkowego przez dłuższy czas, może dojść do zaburzenia trofiki, stanu zapalnego i bolesności w miejscu sumowania się sił pociągania. Metodyka masażu tensegracyjnego nie sprowadzała się zatem do wykonywania masażu tylko na obszarze ciała gdzie występują dolegliwości bólowe, lecz na opracowywaniu mięśni, powięzi i więzadeł pozostających w pośrednim lub bezpośrednim kontakcie strukturalnym z tkankami leżącymi w miejscu bólu. Pozwala to na normalizację napięcia spoczynkowego we wszystkich strukturach, w których doszło do jego zaburzenia, a nie tylko w tych, które znajdują się bezpośrednio w obszarze występowania bólu. Takie działanie znacznie zwiększa efektywność terapii, co zostało potwierdzone przeprowadzonymi badaniami klinicznymi:

1. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Iwona Wilk, Marcin Brzozowski, Kamila Voyce, Ewa Jaworska-Krawiecka, Barbara Nowak, Donata Kurpas. *The effectiveness of massage based on the tensegrity principle compared with classical abdominal massage performed on patients with constipation. Archives of Gerontology and Geriatrics.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2015.05.011>; (Impact Factor ISI: 1.853; Ranking MNiSW: 20.000)
2. Iwona Wilk, Donata Kurpas, **Waldemar Andrzejewski**, Ewa Okręglińska-Forysiak, Bohdan Gworys, Krzysztof Kassolik. *The application of tensegrity massage in a professionally active musician: case report. Rehabilitation Nursing.* 2015; DOI: 10.1002/rnj.152; (Impact Factor ISI: 1.153; Ranking MNiSW: 20.000)
3. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Marcin Brzozowski, Iwona Wilk, Lucyna Górecka-Midura, Bożena Ostrowska, Dominik Krzyżanowski, Donata Kurpas. *Comparison of massage based on the tensegrity principle and classic massage in treating chronic shoulder pain. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.* 2013, vol.36; nr 7; s.418-427 (Impact Factor ISI: 1.248; Ranking MNiSW: 25.000)
4. Iwona Wilk, Donata Kurpas, Bożena mroczek, **Waldemar Andrzejewski**, Ewa Okręglińska-Forysiak, Ewa Jaworska-Krawiecka, Krzysztof Kassolik. *Application of tensegrity massage to relieve complications after mastectomy: case report. Rehabilitation Nursing.* 2014; DOI: 10.1002/rnj.142; (Impact Factor ISI: 1.153; Ranking MNiSW: 20.000)
5. Krzysztof Kassolik, Donata Kurpas, Iwona Wilk, Izabella Uchmanowicz, Jacek Hyży, **Waldemar Andrzejewski**. *The effectiveness of massage in therapy for obturator nerve dysfunction as complication of hip joint alloplasty - case report. Rehabilitation Nursing.* 2014; vol.39; nr 6; s.311-320; (Impact Factor ISI: 1.153; Ranking MNiSW: 20.000)
6. Robert Falkowski, Marcin Brzozowski, Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Diana Paszkiewicz-Woźniak. *Diagnostyka i leczenie pierwotnego bólu głowy w oparciu o masaż tensegracyjny: opis przypadku. Diagnosis and treatment of primary headache based on tensegrity massage: a case report. Rehabilitacja w Praktyce.* 2011; nr 4; s.58-63 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 4.480)

7. Robert Falkowski, Jarosław Pniewski, Marcin Brzozowski, **Waldemar Andrzejewski**, Krzysztof Kassolik. Ocena skuteczności masażu tensegracyjnego u pacjenta z wypukleniem krążków międzykręgowych na poziomach Th5-Th6-Th7 - opis przypadku. Evaluating the effectiveness of massage tensegracyjnego patient with emphasis on the intervertebral discs at levels Th5-T6-T7 - a case report. *Rehabilitacja w Praktyce*. 2011; nr 6; s.61-67 (Ranking MNiSW: 2.000; Index Copernicus: 4.480)
8. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**. Masaż tensegracyjny. Tensegration massage. *Fizjoterapia*. 2010; t.18; nr 1; s.66-71 (Ranking MNiSW: 6.000; Index Copernicus: 5.400)
9. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Ewa Trzęsicka, Gregory Charlton. Anatomiczne uzasadnienie wykorzystania zasady tensegracji w masażu. Anatomical grounds for the use of the tensegrity principle in massage. *Fizjoterapia Polska*. 2007; vol.7; nr 3; s.332-343 (Ranking MNiSW: 5.000; Index Copernicus: 5.890)
10. Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**, Ewa Trzęsicka. Role of the tensegrity rule in theoretical basis of massage therapy. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2007; vol.20; nr 1; s.15-20 (Impact Factor ISI: 0.182; Ranking MNiSW: 10.000)

Wynikiem wieloletniej pracy nad opracowaniem metody masażu tensegracyjnego jest wydana książka: Krzysztof Kassolik, **Waldemar Andrzejewski**. Masaż tensegracyjny. Wrocław, MedPharm Polska, 2014, ISBN: 978-83-7846-059-6

Podsumowując moją działalność naukową dotyczy ona głównie badania oddziaływania masażu na organizm i jego struktury oraz możliwości jego wykorzystania w terapii różnych schorzeń układu ruchu i wybranych narządów wewnętrznych. Szczególnie chcę podkreślić swój wkład w poszerzanie wiedzy dotyczącej mechanizmów działania masażu i ich obiektywnego potwierdzenia w badaniach eksperymentalnych, zarówno podstawowych jak i klinicznych. Efektem mojej działalności na tym polu było rozszerzenie wiedzy odnośnie oddziaływania masażu na tkankę ścięgnistą i mięśniową, a tym samym zwiększenie możliwości jego wykorzystania zarówno w profilaktyce, terapii i odnowie biologicznej. Chcę również zwrócić uwagę na swój wkład w tworzenie nowoczesnej koncepcji metodologii masażu leczniczego, czego bezpośrednim efektem jest nowa metoda masażu, której jestem współautorem. Masaż tensegracyjny cieszy się coraz szerszym

zainteresowaniem w środowisku fizjoterapeutów i masażyistów, a od 2013 roku został wprowadzony do programu nauczania na kierunku technik masażyista.

Wrocław, dn. 07.08.2015 roku

Waldemar Andrzejewski

