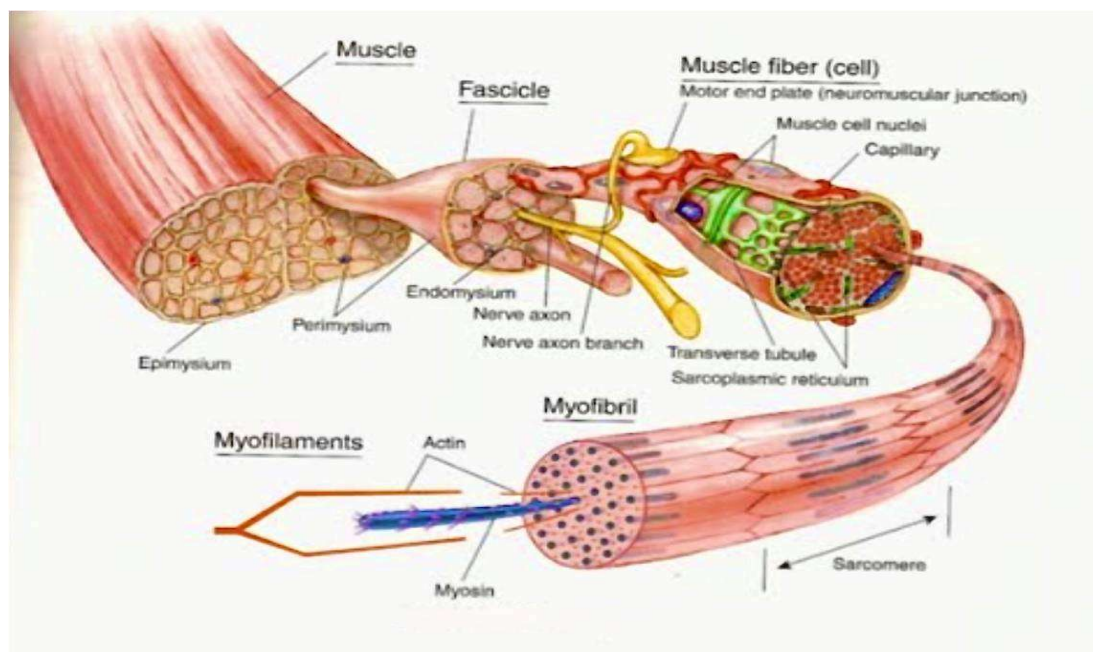


Masa mięśniowa kluczem do zdrowia

Ponikowska Irena, Ferson David ., Placek Katarzyna

Stan masy mięśniowej ma duży wpływ na nasze zdrowie fizyczne i psychiczne. Masa mięśniowa stanowi 30- 40% całego naszego ciała. Przeciętny mężczyzna o wadze 70 kg i 172 cm wzrostu ma około 30 kg tkanki mięśniowej, co stanowi 42,8% całej masy ciała oraz 10 kg tkanki tłuszczowej. Nasz organizm posiada łącznie około 600 różnych mięśni szkieletowych. Wyróżniamy 3 rodzaje mięśni tj. szkieletowe, które są pod świadomą kontrolą, mięśnie gładkie kontrolowane przez układ autonomiczny i mięsień sercowy działający bez naszej kontroli. Mięśnie szkieletowe zbudowane są z włókien, a pojedyncze włókno składa się z miofibrili. Masa mięśniowa wraz z wiekiem ulega zanikowi i stopniowo obniża się podstawowa przemiana materii. Osoby nie ćwiczące systematycznie tracą masę mięśniową już od 25 roku życia w tempie 0,5% rocznie, po 60 roku życia 1%, po 70 roku 2% a po 80 roku życia 4%. Stąd człowiek im jest starszy tym ma mniejszą masę mięśniową, jest słabszy fizycznie, ma mniejszy metabolizm, pojawiają się różne choroby przewlekłe, zwiększa się śmiertelność (1,2,3). Utrata masy mięśniowej wraz z wiekiem oraz zmniejszenie siły mięśniowej nazywane jest **sarkopenią**.



Ryc 2 Budowa mięśnia wg Severison MC, Pedersen BK 2020 (4)

Znaczenie masy mięśniowej w utrzymaniu stanu zdrowia

Mięśnie jak wszyscy dobrze wiemy pozwalają nam na utrzymanie właściwej postawy, wykonywanie wszystkich aktywności fizycznych- sportowych i rekreacyjnych,

chronią przed urazami narządy wewnętrzne oraz przed upadkami. O metabolicznym i wydzielniczym działaniu masy mięśniowej mało mówimy. Tymczasem obecnie wiemy że masa mięśniowa odgrywa niezwykle ważną rolę w utrzymaniu stanu zdrowia, można powiedzieć, że jest kluczem do zdrowia. Pełni funkcje metaboliczno-energetyczne, wpływa na wydzielanie hormonów i same mięśnie wydzielają miokiny- cząsteczki sygnalizacyjne które wpływają na wiele funkcji naszego organizmu. Mięśnie mają udział w działaniu przeciwzapalnym, odpornościowym, zapobiegają powstawaniu wielu chorób. Co ważne, mają wpływ na spowolnienie starzenia i utrzymania dobrej kondycji zdrowotnej niezależnie od wieku (1)

Wraz z utratą masy mięśniowej tracimy masę kostną, zmniejsza się metabolizm, obniża się podstawowa przemiana materii, pojawiają się choroby metaboliczne, zwiększa się śmiertelność (5,6,7). Pozytywnym spostrzeżeniem popartym badaniami jest wykazanie, że masę mięśniową można zwiększyć w każdym wieku (8). Stosowanie ćwiczeń oporowych może odwrócić proces zanikowy mięśni szkieletowych u osób starszych (9). Zwiększenie masy mięśniowej u dorosłego człowieka odbywa się poprzez zwiększenie średnicy włókien (hipertrofia) oraz ich wydłużenie. Wykazano, że dzięki zwiększeniu masy mięśniowej można uzyskać nie tylko spowolnienie procesu starzenia, ale zmniejszenie ryzyka zgonu oraz zapobieganie powstawaniu wielu chorób - sercowo-naczyniowych, nadciśnienia czy cukrzycy (10,11,12). Niestety wraz z wiekiem masa mięśniowa maleje, powstaje sarkopenia co wiąże się z wieloma chorobami i skróceniem życia

Sarkopenia wieku podeszłego

Utrata masy mięśniowej i siły mięśniowej wraz z wiekiem nazywana jest sarkopenią. Częstość występowania sarkopenii ocenia się na 10% populacji w wieku 60- 70 lat i 50% w wieku powyżej 80 lat (13). Wraz ze zmniejszeniem masy ciała zmniejsza się siła mięśniowa. U osób w wieku 50- 70 lat spadek ten wynosi 30% a 70 – 80 lat ponad 50%. Starzejące się mięśnie są mniej wrażliwe na bodźce anaboliczne, cechują się poza tym upośledzoną komunikacją metaboliczną. Poza wiekiem na stan masy mięśniowej mają wpływ czynniki genetyczne, sposób odżywiania, aktywność fizyczna, niektóre choroby, niektóre przyjmowane leki (14). Zmniejszenie masy ciała wiąże się więc nie tylko z wiekiem, ale również innymi czynnikami. Uważa się, że sarkopenia z powodu wieku powstaje w wyniku wielu mechanizmów, które prowadzą do zmniejszenia syntezy białek i zwiększenia ich degradacji (15, 16, 17) co wiąże się z ograniczoną aktywnością fizyczną. Ponadto proces sarkopenii spowodowany jest zmianami genetycznymi, zaburzeniami hormonalnymi głównie zmniejszeniem wydzielania hormonów anabolicznych, dysfunkcją mitochondrialną (mutacje w DNA mitochondrialnym) co prowadzi do apoptozy komórek (18). Wraz z wiekiem zwiększa się masa tłuszczowa zajmując miejsce zanikającej masy mięśniowej. Wzrost masy tłuszczowej z kolei ma swoje daleko idące konsekwencje metaboliczne jak zwiększenie sekrecji rezystyny, leptyny, IL-6 które nasilają insulinooporność (19,20). Częste występowanie chorób neurodegeneracyjnych w wieku podeszłym ma swój dodatkowy

udział w zmniejszeniu masy mięśniowej. Inną przyczyną zmniejszenia masy mięśniowej jest niedobór dostarczania wartościowych białek w pożywieniu oraz stany niedożywienia osób w wieku podeszłym (21). Dodatkowo występowanie wielu chorób u osób starszych sprzyja rozwojowi sarkopenii, do nich należy: RZS, różnego rodzaju stany zapalne, niewydolność krążenia, niewydolność nerek, choroby płucne, choroby nowotworowe. A poza tym osoby w wieku podeszłego z wielochorobowością wymagają stosowania dużo różnych leków, niektóre z nich sprzyjają sarkopenii np. antybiotyki. Ponadto zwiększona generacja wolnych rodników tlenowych w mięśniach obserwowana u osób w wieku podeszłym również sprzyja stracie masy mięśniowej. Niektóre zaburzenia w gospodarce mineralnej organizmu mają też swój udział w powstawaniu sarkopenii, w tym nadmiar żelaza w mięśniach, co powoduje uszkodzenie mitochondriów i powstawanie stresu oksydacyjnego.

Poza opisanymi wyżej licznymi konsekwencjami zdrowotnymi wynikającymi z obniżonej masy mięśniowej należy wspomnieć o upośledzeniu mechanicznej roli masy mięśniowej w tym zaburzeń lokomocyjnych jak zaburzeń równowagi i koordynacji ruchowej oraz tak powszechnie występujących upadków osób w wieku podeszłym (5, 13, 15)

Objawy i leczenie sarkopenii

Najważniejszym i widocznym objawem zmniejszonej masy mięśniowej u osób starszych jest zmniejszenie siły mięśniowej i mała wytrzymałość na wysiłki wytrzymałościowe oraz skłonność do upadków. Poza tym sarkopenia sprzyja rozwojowi innych zaburzeń jak powstawanie przepuklin rozworu przełykowego, zmniejszenie odporności immunologicznej, zaburzeń termoregulacji, rozwoju osteoporozy (16, 19). Leczenie sarkopenii polega na stosowaniu treningu oporowo-wytrzymałościowego prowadzonego systematycznie i planowo. Poza tym stosowanie prawidłowego odżywiania w tym restrykcji dietetycznych (22) oraz zadbanie o dobry sen, unikanie alkoholu, narkotyków, nikotyny, czyli prowadzenie prawidłowego stylu życia. Więcej szczegółów na ten temat omówimy w dalszej części artykułu.

Wielofunkcyjna rola masy mięśniowej

Najważniejsze role jakie spełnia masa mięśniowa to: działanie metaboliczno-energetyczne, hormonalne i wydzielnicze oraz wpływ bezpośredni lub pośredni na funkcje wielu narządów i układów fizjologicznych

Wpływ masy mięśniowej na **procesy metaboliczne**

Tkanka mięśniowa jest aktywna metabolicznie, 1 kg mięśni w spoczynku koło 12 kcal na dobę a 1 kg masy tłuszczowej koło 4 kcal lub mniej na dobę. W czasie ćwiczeń oporowych możliwe jest spalanie 65 kcal na dzień przez 1 kg masy mięśniowej. Im większa masa mięśniowa tym wydatek energetyczny jest większy i tym samym mniejsza jest skłonność do otyłości (23,24). Podczas wysiłku fizycznego mięśnie metabolizują intensywniej substraty energetyczne, pocztowo spalana jest glukoza następnie kwasy

tłuszczowe. Podczas 20 minutowego treningu oporowego zużywa się około 200 kcal. Procesy energetyczne organizmu odbywają się w mitochondriach.

Mitochondria pełnią wiele ważnych funkcji w organizmie człowieka, jedną z nich, bardzo ważną to produkcja energii. Substraty energetyczne (glukoza, kwasy tłuszczowe, mleczny) są w nich przekształcane w ATP. (Adenozyno-trójfosforan) na szlaku mitochondrialnej fosforylacji oksydacyjnej. Jest to bardzo wydajny energetycznie proces. Na stan mitochondriów ma wpływ epigenetyka i prawidłowy styl życia. Zaburzenie funkcjonowania mitochondriów obok zmian energetycznych prowadzi do powstawania cukrzycy, chorób krążenia, procesów zapalnych, metabolicznych, immunologicznych, neurologicznych(25). Masa mięśniowa ze sprawnym układem mitochondrialnym wpływa na metabolizm lipidów, węglowodanów i białek.

Podczas wysiłku fizycznego zwłaszcza wytrzymałościowego zwiększa się lipoliza co sprzyja dostarczaniu substratów energetycznych z tkanki tłuszczowej. Równocześnie obniża się stężenie cholesterolu całkowitego i triglicerydów w surowicy krwi (11 26).

Osoby z większą masą mięśniową lepiej metabolizują glukozę co prowadzi do obniżenia jej poziomu we krwi. Poprawia się u nich wrażliwość tkanek na insulinę, co zapobiega powstawaniu cukrzycy. Utrata masy mięśniowej jest więc czynnikiem ryzyka rozwoju cukrzycy(12). Mięśnie przechowują aminokwasy potrzebne do produkcji białek, wydzielają liczne cząstki sygnalizacyjne jak **miokiny, które** działają na różne funkcje organizmu.

Wpływ masy mięśniowej i treningu fizycznego na wydzielanie hormonów

Zmniejszenie masy mięśniowej powoduje zmiany w wydzielaniu wielu hormonów. Podczas każdego rodzaju wysiłku zwiększa się wydzielanie **hormonu wzrostu(GH)**, im ten wysiłek jest intensywniejszy, tym wzrost jest większy. Ale po intensywnym wysiłku niezbędny jest odpoczynek, jeżeli nie uwzględni się tego okresu regeneracji to hormon wzrostu mimo dużego wysiłku może nie rosnąć(18)

Poza hormonem wzrostu wysiłek fizyczny powoduje wzrost wydzielania hormonów stresowych, w tym - ACTH i kortyzolu. Hormony te mają działanie kataboliczne, powodują rozpad białek zwiększają lipolizę i na tej drodze dostarczają substratów energetycznych niezbędnych do wykonywania wysiłku. W czasie wysiłku fizycznego zwiększa się też wydzielanie **adrenaliny i noradrenaliny** ale dzieje się to głównie podczas intensywnych wysiłków. Hormony te działają stosunkowo krótko, zwiększają lipolizę i metabolizm komórkowy oraz podwyższają temperaturę ciała.

Testosteron jest hormonem anabolicznym powoduje rozrost mięśni, zwiększa siłę i masę mięśniową, zwiększa przyswajanie białka, przyspiesza restytucję powysiłkową. Testosteron wzrasta jednak tylko podczas wysiłku siłowego o znacznej intensywności.

Hormony tarczycy: TSH, T3/T4- powodują syntezę białek, poprawiają wydolność fizyczną. Hormony te zwiększają się w małym stopniu podczas ćwiczeń fizycznych. Niewielki wzrost tych hormonów obserwuje się podczas wysiłków interwałowych.

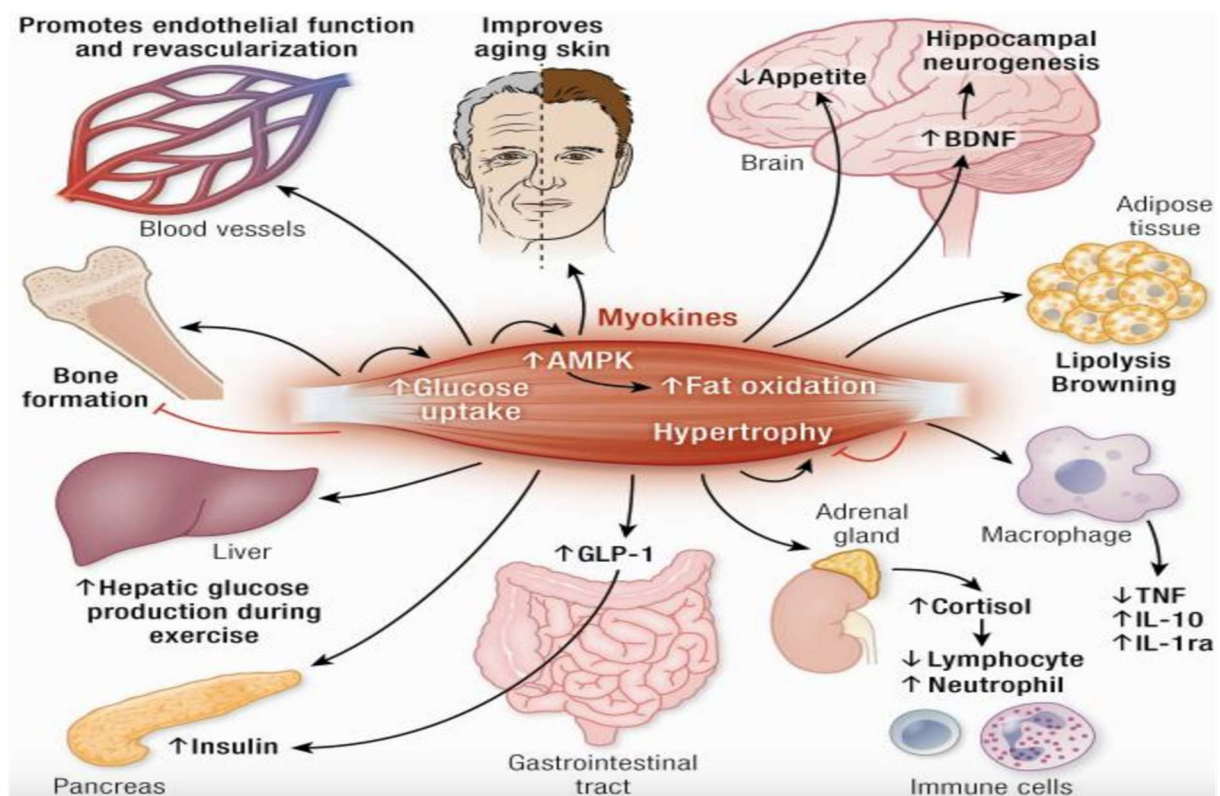
Wpływ masy mięśniowej na układ sercowo-naczyniowy

Wykazano korelację między wielkością masy mięśniowej a rzadszym występowaniem udarów mózgowych u mężczyzn (27). Poza tym u osób z większą masą mięśniową rzadziej występowały incydenty sercowo-naczyniowe i lepsze było rokowanie u osób o większej masie ciała niż u osób z sarkopenią (1). Wpływ masy mięśniowej na układ krążenia związany jest ze wzrostem wydzielania miokiny w czasie wysiłku fizycznego

Wpływ masy mięśniowej i treningu fizycznego na zdrowie psychiczne

Wykazano, że trening fizyczny obejmujący ćwiczenia siłowe i wytrzymałościowe poprzez zwiększenie masy mięśniowej wpływa korzystnie na sferę psychiczną, stymuluje rewitalizację osób w wieku podeszłym oraz poprawia funkcje poznawcze (We2015(1, 28, 29), tym samym spowalnia proces starzenia

Miokiny i ich wpływ na funkcje narządowe



Ryc 2 Wielofunkcyjna rola narządowa miokiny wg(4)

Mięśnie podczas wysiłku fizycznego wydzielają **miokiny**. Są to tkankowe cząstki sygnalizacyjne odpowiadające za wiele procesów ustrojowych. Mięśnie szkieletowe wydzielają około 300 różnych miokiny, które mają wpływ na funkcje: naczyń, mózgu,

przysadki mózgowej, tkanki tłuszczowej, jelit, trzustki i wątroby, kości, skóry oraz komórek odpornościowych. Poza tym miokiny wpływają na stan zapalny, zwalniają proces nowotworowy oraz proces starzenia się organizmu, (Ryc 2) (4,5). Miokiny jako cząstki sygnalizacyjne mają działanie komunikacyjne- przekazują sygnały między mięśniami a innymi narządami.

W czasie wysiłku fizycznego wytwarzają się odpowiednie rodzaje miokin zależnie od aktualnych potrzeb organizmu w działaniu na różne funkcje. W tym miokiny: IL-4,-6-7,-15 oraz czynnik wzrostu fibroblastów 2FG2, IGF i BDNF wpływają na procesy regeneracyjne na uszkodzone włókna mięśniowe. Działanie lipolityczne i metaboliczne kwasów tłuszczowych przebiega na drodze stymulacji procesu beta oksydacji lipidów we włóknach mięśniowych,. W czasie wysiłku fizycznego pod wpływem miokin zwiększa się wychwyt glukozy i jej metabolizowanie, zwiększa się tworzenie fibroblastów, oraz pobudzenie angiogenezy i rewaskularyzacji. Miokiny: IL-6,-8, -15, BDNF, oraz czynnik hamujący rozwój białaczki LIF pobudzają procesy przeciwzapalne(5). Iryzyna wpływa na insulinooporność a BDNF na mózg. **Iryzyna** jest miokiną zwiększającą wrażliwość tkanek na insulinę (obniża insulinooporność), usprawnia metabolizm glukozy oraz powoduje zwiększenie tkanki tłuszczowej brunatnej aktywnej metabolicznie. Poza tym działa korzystnie na mitochondria, oksydację lipidów, obniża wydzielanie miostatyn, pobudza układ parasympatyczny. Ponadto wykazuje działanie przeciwzapalne. W konsekwencji tych działań, iryzyna wpływa korzystnie na funkcje serca, mózgu i pamięć (5)

BDNF- neurotroficzny czynnik mózgowy należy do neurotrofin odpowiedzialnych za przeżycie neuronów w centralnym i obwodowym układzie nerwowym. Dzięki temu czynnikowi mózg wykazuje właściwości **neuroplastyczne**. Wydzielany jest w zakręcie hipokampa w odpowiedzi na miokiny wydzielane w czasie wysiłku przez mięśnie. U chorych z zaburzeniami sercowo-naczyniowymi oraz w depresji obserwuje się obniżenie BDNF, co powoduje pogorszenie przebiegu choroby sercowej i zwiększa rozwój miażdżycy naczyń

Jedyną hamującą miokiną jest miostatyna, która hamuje syntezę białek w mięśniach i osłabia budowę masy mięśniowej. Jest jednym z czynników przyspieszających sarkopenię. Miostatyna jest wytwarzana w mięśniu sercowym podczas zaawansowanej niewydolności serca(12). Miostatyna należy więc do miokin o niekorzystnym działaniu na układ krążeniowo-sercowy i budowę masy mięśniowej. Podczas aktywności fizycznej nie zwiększa się jej wydzielanie.

Zaburzony profil miokinowy przyspiesza powstawanie wielu zaburzeń i chorób jak: rozwój procesu miażdżycowego, otyłość, insulinooporność, stan zapalny, oraz cięższy przebieg i gorsze rokowanie w chorobach sercowo-naczyniowych, nowotworowych

Jak zwiększyć masę mięśniową

Obserwacje wskazują że odpowiedź mięśni na trening fizyczny jest różna, są osoby które szybko, inne wolno budują masę mięśniową przy tym samym rodzaju i intensywności treningu. Zdolność do budowy masy mięśniowej zależy od czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Do czynników zewnętrznych należy wybór odpowiedniego rodzaju treningu jego intensywności oraz rodzaju stosowanej diety, w tym głównie dostarczanie białka. Do czynników wewnętrznych należy predyspozycja genetyczna, szczególną rolę odgrywa gen kodujący enzym z grupy kinaz- α -1 (hx546) (14).

Aktywność fizyczna

Odpowiednio dobrany trening fizyczny stymuluje rozwój masy mięśniowej, co zapobiega powstawaniu sarkopenii, zanikom mięśniowym oraz osteopenii. Wykazano że u kobiet uprawiających trening oporowy zwiększała się masa mięśniowa i kostna (1,17). Ćwiczenia fizyczne pozwalają na zwiększenie masy i siły mięśniowej i równocześnie redukcją wisceralną tkankę tłuszczową (30). Poza tym zwiększa się wydatek energetyczny, **wzrost podstawowej przemiany materii(17)**. Ponadto ćwiczenia fizyczne obniżają stężenie lipidów aterogennych i poziom glukozy we krwi, co dalej prowadzi do zwiększenia insulino wrażliwości tkanek. Efekty te mają duże znaczenie u chorych na cukrzycę i zespół metaboliczny (12). Wykazano że ćwiczenia oporowe i wytrzymałościowe powoduje obniżenie ciśnienia krwi. Podsumowując znaczenie lecznicze treningu fizycznego można stwierdzić że ma on działanie wielokierunkowe: metaboliczne, zapobieganie utracie masy mięśniowej i kostnej(2), poprawianie funkcji wielu narządów, w tym układu krążeniowo-oddechowego (31). Ponadto ćwiczenia fizyczne poprawiają wydolność i sprawność fizyczną (18)). Aby uzyskać efekty lecznicze należy zastosować odpowiedni rodzaj i intensywność treningu fizycznego. Większość autorów poleca ćwiczenia interwałowe i wytrzymałościowe(25,26) Wg innych autorów najbardziej skuteczne w walce z sarkopenią są ćwiczenia oporowo- wytrzymałościowe (13). **Ćwiczenia powinny być stopniowane jeżeli chodzi o ich intensywność oraz stosowane systematycznie.**

Szczególnym rodzajem treningu fizycznego jest metoda BFR, którą w skrócie poniżej omówimy

Technika treningowa BFR(Blood Flow Restricted)

W ostatnich latach stopniowo wprowadzana jest do leczenia nowa metoda treningowa BFR(Blood Flow, Restricted Exercise), która od lat 60 jest stosowana u sportowców. Jest to technika treningowa, która pozwala na stosowanie ćwiczeń o niewielkim obciążeniu i uzyskiwanie optymalnych przyrostów masy mięśniowej. Poza tym w metodzie tej są mniej obciążone stawy i tkanki okołostawowe, co ma znaczenie u osób z chorobami stawów. Wiemy, że wraz z wiekiem masa mięśniowa zanika, aby temu zapobiec konieczne jest zastosowanie ćwiczeń oporowych o dużej intensywności, jednak takich ćwiczeń nie są w stanie wykonać osoby w wieku senioralnym. Zaletą treningu BFR jest więc zastosowanie ćwiczeń o niedużej intensywności i spowodować przyrost masy mięśniowej

w ciągu kilku tygodni. Ograniczenie przepływu krwi w kończynach stosuje się za pomocą odpowiednich, bezpiecznych opasek pneumatycznych, które powodują niepełną okluzję naczyń. W ten sposób ograniczamy w kończynach dopływ krwi tętniczej i odpływ krwi żyłnej oraz nagromadzenie krwi w naczyniach włosowatych. Taki trening jest dużo efektywniejszy niż bez restrykcji przepływu krwi. Pamiętać jednak należy o szeregu przeciwwskazaniach do treningu BFR jak: zakrzepowe zapalenie żył, zaburzenie krążenia obwodowego, nieuregulowane nadciśnienie, stany po zabiegach chirurgicznych naczyń, choroba nowotworowa, infekcje skórne, ciąża (32)

Żywnienie a masa mięśniowa

Aby uzyskać przyrost masy mięśniowej bardzo ważne jest odpowiednie żywienie w tym zwłaszcza podaż pełnowartościowego białka. Badania wskazują, że u większości osób starszych występują niedobory białkowe, które przyczyniają się do zaniku masy mięśniowej. Mięśnie magazynują około 60% wszystkich białek organizmu. Białko dostarcza aminokwasów potrzebnych do budowy mięśni. U osób starszych zaleca się dostarczanie białka 1,2-1,5g/kg masy ciała w ciągu doby. Pamiętać jednak należy aby nie przekraczać zalecanej dawki białek, gdyż może to wpłynąć negatywnie na nerki. Kwasy tłuszczowe nienasycone i węglowodany stanowią paliwo konieczne do ćwiczeń oporowych. Trening oporowy w największym stopniu wykorzystuje glikogen mięśniowy. Białka pełnowartościowe znajdują się w potrawach mięsnych, rybach, produktach mlecznych, jajkach, żółtym serze. Znaczne ilości białka roślinnego znajduje się w roślinach strączkowych jak fasola, groch, soczewica, oraz kaszach i orzechach. Ponieważ białko roślinne nie jest pełnowartościowe należy prawidłowo komponować składniki pokarmowe. Przykładowo dobre jest łączenie płatków zbożowych z kefirem lub jogurtem, ryż z fasolą, warzywa z jajkiem, krewetki z warzywami. Dobór składników pokarmowych jest niezwykle ważny dla osób stosujących dietę wegetariańską. Prawidłowe żywienie osób w wieku podeszłym, zwłaszcza które stosują treningi fizyczne powinno zawierać odpowiednią ilość białka, wapnia i witaminy D oraz inne składniki zapewniające zbilansowanie wszystkich składników pokarmowych. Pamiętać również należy o odpowiednim nawodnieniu (21)

Mikrobiom jelitowy a masa mięśniowa

Mikrobiom jelitowy ma wpływ na masę mięśniową poprzez oś jelitowo-mięśniową. Prawidłowy mikrobion sprzyja rozwojowi masy mięśniowej. Należy więc w żywieniu uwzględnić produkty korzystnie wpływające na mikrobiom jelitowy. Do nich należą jogurty, błonnik, kiszonki

Leczenie farmakologiczne ma małe znaczenie w zwiększeniu masy mięśniowej. Istnieją pewne koncepcje wskazujące, że inhibitory angiotensyny korzystnie działają na mięśnie, powodując zwiększenie liczby mitochondriów oraz IGF-1 (13). Jednak brak wiarygodnych badań w tym zakresie nie pozwala na stosowanie farmakoterapii w sarkopenii.

Jak wynika z przedstawionych informacji potwierdzonej wieloma badaniami naukowymi, masa mięśniowa jest kluczem do zdrowia. W ciągu całego dorosłego życia człowieka masa mięśniowa ulega stopniowemu zmniejszeniu co m.in. prowadzi do wielu chorób i zaburzeń wielonarządowych. W programach leczniczych i profilaktycznych często ten aspekt jest pomijany. W celu poprawy jakości życia, spowolnienia starzenia oraz leczenia i zapobiegania wielu chorobom konieczne jest uwzględnienie zwłaszcza w geriatricz działalności zdrowotnych skierowanych na zwiększenie masy mięśniowej.

Spowolnienie procesu zmniejszania masy mięśniowej wraz z wiekiem można osiągnąć włączając do stylu życia odpowiedni, systematyczny trening fizyczny w tym BFR, odpowiednie żywienie i nawodnienie organizmu.

Literatura

1. Westcott WL: et all: Build muscle improve health- Health and Fitness Journal, 2015, 19(4), 22- 27
2. Trappe S. et all: Maintenance of whole muscle strength and size following resistance training In older men. Med., Sci. Sports.Exerc. 2001, 33, S147
3. Fried A et all: Frailty In older adults evidence for a phenotype. J. Gerontol. A.Biol Sci Med. 2001, 56, 146- 156
4. Severinson MC, Pederson BK: Muscle- organ-crosstalk: The emerging role of myokine. Endocr. Rev, 2020, 41(4) 594-609
5. Ciołkiewicz M., Kuryliszyn-Moskal A. i wsp: Sarkopenia i profil miokinowy czynnikami ryzyka chorób sercowo-naczyniowych?. Postępy Hig.Dośw. 2019,73,n550- 562
6. Campos A.M. et all: Sarcopenia, but not excess weight or increased caloric intake, is associated with coronary subclinical atherosclerosis In the very elderly. Atherosclerosis 2017,258,138-144
7. Frontera WR et all.: Aging of skeletal muscle a 12-yr longitudinal study.J.Appl Physiol. 2000, 88, 1321- 26
8. Westcott W.: Strength training for frail older adults. L. Active Aging, 2009,8(4) 52- 50
9. Melov A. et all: Resistance exercise reverses aging In human skeletal muscle. PloS One, 2007,2 e 460
10. Holten MK et all.: Strength training increases insulin-mediated glucose uptake. GLUT-4 content and insulin signaling In skeletal muscle In patients with type2 diabetes. Diabetes, 2004,53,(2) 294- 305
11. Fahlman MM. et all: Effect of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles In elderly women.J.Gerontol A Biol Sci Med. Sci, 2002, 57(2), 54-60
12. Strasser R. et all.: Resistance training in the treatment of metabolic syndrome. Sports Med. 2010, 40,(5), 397- 41)
13. Strzelecki A. et all: Sarkopenia wieku podeszłego. Gerontologia Polska, 2011,19. 3-4, 134—145

14. Mitchel CJ, et al: Muscular and systemic correlates of resistance training – induced muscle hypertrophy. PLoS One, 2013, 8,(10)
15. Jones TE et al: Sarcopenia mechanisms and treatments. J. Geriatr Phys Ther, 2009, 32, 39- 45
16. Kalinkovich A., Livshits G.: Sarcopenia obesity or obese sarcopenia: A cross talk between age-associated adipose tissue and skeletal muscle inflammation as a main mechanism of the pathogenesis. Ageing Res. Rev. 2017, 35, 200- 221
17. Hurley B., Roth S.: Strength training in the elderly: Effect on RSC factors for age-related diseases. Sports Med.2000,30, 249- 68
18. Moulias R, et al: Sarcopenia, hypermetabolism and aging. Z.Gerontol. Geriatr. 1999, 32, 425- 432
19. Roubenoff R: Physical activity, inflammation and muscle loss. Nutr.Rev.2007, 65, 208- 212
20. Budzińska K.: Wpływ starzenia się organizmu na biologię mięśni szkieletowych. Geront.Pol, 2005, 13, 1-7
21. Dymowska-Malesa M. et al: Stan odżywienia i skład masy ciała u osób starszych jako przesłanki do stosowania żywienia dietetycznego.. Forum Zaburzeń Metabolicznych, 2017, 8(1), 28- 30
22. Marzetti E.et al.: Sarcopenia of aging underlying cellular restrictions and protection by calorie restriction. Biofactors, 2009, 35, 28- 35
23. Keller J.S: Zarys energetyki człowieka. Organizm w ontogenezie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 1997, str 129- 13
24. Hunter G.R et al: Resistance training increases total energy expenditure and free – living physical activity In older adults J. Appl.Physiol 2000,89(3), 977-84
25. Casanova A., Wevers A. et al: Mitochondria: It is all about energy. Frontiers In Physiology, 2023. DOI: 10.3389/fphys.2023.1114251
26. Barry B., Carson R.: The consequences of resistance training for movement control In older adults. Gerontol. A. Biol Sci Med. Sci, 2004, 59, 730- 54
27. Park J et al: A positive association between stroke risk and sarcopenia In men aged 50 years but not women: results from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. 2008-2010. Nutr Health Aging 2014,18, 806- 12
28. Cassilhas RC et al: The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. Med. Sci Sports Exerc. 2007, 39, 1401- 07
29. Colcombe S., Kramer AF.:Fitness effect on the cognitive function of older adults a meta-analytic study. Psychol Sci, 2003, 14, 125- 30
30. Treuth MS et al.: Effects of strength training on total and region of body composition In older men. A.Appl Physiol 1994,77(2), 614- 20
31. Henwood RR, Taaffe DR: Improvement physical performance In older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. Gerontolog., 2005, 51(2) 108- 15

32. Slys J.et all.: The efficacy of blood restricted exercise: A systematic review meta analysis. J Sci Med. Sports 2016, 19, 669- 675