

Plaukstu muskuļu spēku ietekmējošie faktori Latvijas senioriem

Aija Balode¹, Anita Villeruša², Renārs Erts³, Jānis Vētra¹

Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

¹ Morfoloģijas katedra,

² Sabiedrības veselības un epidemioloģijas katedra,

³ Fizikas katedra

Kopsavilkums

Muskuļu spēka samazinājums senioriem ir nopietna un pieaugoša problēma novecojošā populācijā. Par visa organisma muskuļu spēku var spriest, izmantojot plaukstu muskuļu spēka (PMS) mērījumus ar dinamometru. PMS ir atkarīgs no demogrāfiskiem un antropometriskiem rādītājiem, tomēr tie pilnībā neizskaidro muskuļu spēka samazinājumu senioriem. Meklējam papildu ietekmējošos faktorus.

Pētījumā piedalījās 488 seniori. PMS korelēja ar dzimumu, vecumu un atrašanos aprūpes iestādē ($p < 0,001$), bet korelācijas nebija ar fizisku darbu dzīves laikā, ar pašreizējām fiziskām aktivitātēm un atsevišķu orgānu sistēmu slimībām ($p > 0,05$). Spēka samazinājums vidēji stipri, bet statistiski ticami korelēja ar vecumu un vāji, bet statistiski ticami – ar augšdelma muskuļu apkārtmēru (AMA) abiem dzimumiem.

Ar multifaktoriālās lineāras regresijas modeli spēka samazināšanos spējām izskaidrot par 40%. Regresijas modeli kā nozīmīgs faktors līdzās dzimumam un vecumam AMA darbojās arī sirds asinsvadu slimības. Pētījumā secinājām, ka PMS samazināšanos neatkarīgi no dzimuma ietekmē vecums un AMA. PMS samazināšanos izmantotie rādītāji izskaidro tikai daļēji.

Atslēgvārdi: senioru populācija, plaukstu muskuļu spēks, antropometriskie mērījumi.

Ievads

Muskuļu spēka samazinājums ir nopietna problēma novecojošā sabiedrībā. Pēdējos gados ievērojami pieaudzis pētījumu skaits, kas meklē cēloņus šī rādītāja samazinājumam vecumā un šīs problēmas iespējamais risinājums. Spēka samazinājums ir viens no iemesliem, kādēļ seniori nevar dzīvot patstāvīgi un tiem vairāku ikdienas aktivitāšu veikšanai ir nepieciešama palīdzība [Taekema, 2010], tādēļ seniori var nokļūt sociālās aprūpes iestādēs.

Muskuļu spēka noteikšanai nav nepieciešams veikt sarežģītus mērījumus, daudzos pētījumos ir pierādīts, ka plaukstu muskuļu spēks (PMS) var būt vienīgais vājuma rādītājs [Syddall, 2003], un tas bieži tiek lietots kā visa ķermeņa spēka raksturotājs [Bohannon, 2001].

PMS atšķiras starp dzimumiem. Vīriešiem visa mūža laikā tas ir lielāks, turpretī spēka samazinājums vecumā vīriešiem ir straujāks nekā sievietēm. Tā kā muskuļu spēka sākumrādītāji sievietēm ir mazāki, bet paredzamais dzīves ilgums lielāks, tad kopumā sieviešu populācijā šī ir nozīmīgāka problēma [Woods, 2011]. Pierādīts, ka vecumam ir saistība ar muskuļu spēku. Spēks ir samērā

konstants no 30 līdz 50 gadu vecumam, bet vēlāk novēro tā samazinājumu no 12 līdz 14% desmitgadē [Roubenoff, 2000]. PMS ik gadu samazinās apmēram par 1%, tādēļ tas ir labs biomarkķieris novecošanas procesa raksturošanai [Rantanen, 2012].

Plaukstas spēka lielums ir atkarīgs arī no vairākiem antropometriskiem rādītājiem, piemēram, ķermeņa masas indeksa (ĶMI), augšdelma apkārtmēra [Sartorio, 2002]. Absolūtos skaitļos muskuļu spēks vecumā pozitīvi korelē ar lielāku ĶMI [Rolland, 2004]. Tomēr joprojām diskutabls ir jautājums par labāko ĶMI vecumā, un ir analizēta arī šo rādītāju savstarpējā saistība ar nopietnu hronisku slimību, piemēram, 2. tipa diabēta, attīstību [Park, 2006].

Daudz nozīmīgāki un informatīvāki spēka paredzēšanai ir antropoloģiskie rādītāji, kas pastarpināti norāda uz muskuļu masu, proti, muskuļu jeb liesās masas samazinājums ir galvenais spēka samazināšanās cēlonis [Rantanen, 2002]. Longitudinālos pētījumos ir pierādīts, ka spēks samazinās straujāk nekā muskuļu masa [Goodpaster, 2006]. Vīriešiem novēro ievērojami lielāku muskuļu masas zudumu vecumā [Janssen, 2000]. Dzīvesveida un aktivitātes ietekme uz PMS ir pierādīta longitudinālos pētījumos [Hughes, 2001], taču rezultāti nav viennozīmīgi, piemēram, apskatot atsevišķi fizisku darbu rūpnīcā, vērojama pat negatīva ietekme uz PMS [Chandra, 2007].

Nav skaidra arī dažādu hronisku slimību ietekme uz PMS. Ir pierādīts, ka, palielinoties slimību skaitam, palielinās rokas vājums [Cheung, 2012] vai atsevišķām slimībām, piemēram, diabētam [Park, 2006] un metabolajam sindromam [Vieira, 2013], ir saistība ar spēka samazināšanos. Lielāks muskuļu spēks var radīt fizioloģiskas un funkcionālas organisma rezerves, kas mazina mirstības risku [Rantanen, 2000]. Līdz ar to zinātnieki uzskata, ka PMS tests var palīdzēt identificēt pacientu veselības stāvokļa pasliktināšanos [Rantanen, 2003].

Spēka samazināšanās vecumā ir arvien lielāka problēma jebkurā novecojošā un mazkustīgā sabiedrībā, un, iespējams, vērību tai vajadzētu pievērst vēl ilgi pirms muskuļu masas un spēka samazināšanās. Joprojām neatbildēts jautājums ir, kas tieši izraisa muskuļu spēka samazināšanos vecumā.

Darba mērķis

Noteikt plaukstas muskuļu spēku un to ietekmējošos faktorus senioriem.

Materiāls un metodes

Darbā analizēti dati par 488 senioriem vecumā no 65 līdz 99 gadiem. Dalībnieki pētījumā tika iekļauti pēc izdevīguma principa no 11 Rīgas un citu Latvijas pilsētu sociālās aprūpes iestādēm, stacionāriem, kā arī no pensionāru biedrībām vai interešu grupām. Izdevīguma princips tika izmantots, jo randomizācija nebija iespējama iekļaušanas kritēriju dēļ. Iekļaušanas kritēriji bija vecums vairāk nekā 65 gadi, spēja piecelties un nostāvēt mērījumu veikšanas laikā un spēja atbildēt uz aptaujas jautājumiem. Kritērijiem atbilda neliela daļa no aprūpes iestāžu un stacionāra senioriem. Atbilstošie seniori tika intervēti un iegūtā informācija atzīmēta anketā. Anketā noskaidrojām datus par fizisku darbu dzīves laikā, fiziskām aktivitātēm dzīves laikā un pašreiz un par hroniskām slimībām.

Antropometriskos mērījumus veica īpaši apmācītas medicīnas māsas no Rīgas Stradiņa universitātes Antropoloģijas laboratorijas. Visas mērierīces ir kalibrētas. Garuma mērījumiem izmantojām pārnēsājamo antropometru GPM un garuma mērījumus veicām līdz tuvākam centimetram. Svāri – Soehnle Medi Scale, maksimālais mērījums – 150 kg. Svāru mērījām līdz tuvākajam puskilogramam, izmantotie elektroniskie svāri noapaļojumu veica automātiski. Tika izmantots Reister firmas dinamometrs “Dynatest”, kas rokas spēku mēra bāros. Maksimālā iespējamā vērtība ir 1 bārs. Tika mērīts spēks abās rokās un atzīmēts rezultāts abām rokām. Ņemot vērā dažādos iemeslus, kāpēc roku spēks atšķirās, datu analīzei izmantojām no abām rokām labāko iegūto rezultātu.

ĶMI aprēķināts pēc formulas: masa (kg) : garums (m²).

Augšdelma muskuļu apkārtmērs aprēķināts pēc formulas: augšdelma apkārtmērs (cm) – (π × tricepsa tauku kroka (cm)) [Gunizey, 1973; Silva, 2013].

Augšdelma apkārtmēru noteicām ar mērlenti – augšdelma vidusdaļā, precizitāte 0,5 cm. Tāuku krokas mērījām ar GPM kaliperu ar precizitāti 0,2 cm.

Plaukstas muskuļu spēkam tika meklēta saistība ar dzimumu, vecumu, dzīvesvietu, ĶMI, augšdelma muskuļu apkārtmēru, fizisku darbu dzīves laikā, fizisku aktivitāti pašreiz, sirds asinsvadu, maņu orgānu, balsta kustību sistēmas slimībām.

Pētījuma rezultātu statistiskā apstrāde veikta, izmantojot *IBM SPSS 20.0* versiju. Pētījumā bija pieņemts statistiskais būtiskuma līmenis $p < 0,05$. Normāli sadalītu datu korelatīvai analīzei izmantots Pīrsona korelācijas koeficients (apzīmē ar r). Par vāju korelāciju uzskatīja r no 0,1 līdz 0,3; par vidēju – no 0,31 līdz 0,69; par ciešu – no 0,7 līdz 0,99. Grupu raksturošanai lietoja vispārpieņemtās aprakstošās statistikas metodes.

Divu neatkarīgu grupu raksturošanai izmantoja neatkarīgo izlašu t -testu vai tā neparametrisko analogu. Vienfaktora vai daudzfaktoru lineārā regresija tika izmantota vairāku pazīmju vienlaicīgai analīzei.

Rezultāti

Pētījumā piedalījās 488 seniori pēc 65 gadu vecuma. Vidējais vecums bija $78,49 \pm 7,56$ gadi. Vidējais stiprākās rokas plaukstas spēka stiprums bija $0,24 \pm 0,17$ bāri. No dalībniekiem 376 (77%) bija sievietes ar vidējo vecumu $79,41 \pm 7,5$ gadi un 112 – (23%) vīrieši ar vidējo vecumu $75,42 \pm 7,0$ gadi. Spēka stiprums sievietēm bija $0,19 \pm 0,12$ bāri un vīriešiem – $0,41 \pm 0,18$ bāri, atšķirība bija statistiski ticama ($p < 0,001$).

Statistiski ticami ($p < 0,001$) atšķīrās plaukstas spēks arī starp aprūpes iestādēs un mājās dzīvojošajiem senioriem. Sievietēm, kas dzīvo mājās, spēks bija $0,23 \pm 0,12$ bāri, bet aprūpes iestādēs dzīvojošajām – $0,15 \pm 0,10$ bāri, savukārt vīriešiem mājās – $0,46 \pm 0,18$, bet aprūpes iestādēs – $0,36 \pm 0,16$ bāri. Spēka vidējie rādītāji vecuma grupu ietvaros ir redzami 1. tabulā, kur var vērot statistiski ticamu spēka samazināšanos, pieaugot vecumam.

Izmantojot Pīrsona korelācijas koeficienta analīzi (sk. 1. att.), aprēķināts, ka vīriešiem sakarība starp vecumu un stiprākās rokas plaukstas spēku ir vidēja, negatīva un statistiski ticama ($r = -0,34$; $p < 0,001$). Balstoties uz lineārās regresijas analīzi, secināts, ka starp vecumu un plaukstas spēku ir šāds vienādojums: $PMS = 1,08 - 0,009 \times \text{vecums}$. Lineārā modeļa determinācijas koeficients ir 11%.

Šajā analīzē sievietēm sakarība starp vecumu un stiprākās rokas plaukstas spēku ir vāja, negatīva un statistiski ticama ($r = -0,28$; $p < 0,001$). Balstoties uz lineārās regresijas analīzi, ieguvām rezultātu, ka starp vecumu un plaukstas spēku ir šāds vienādojums: $PMS = 0,55 - 0,005 \times \text{vecums}$. Lineārā modeļa determinācijas koeficients ir 8%.

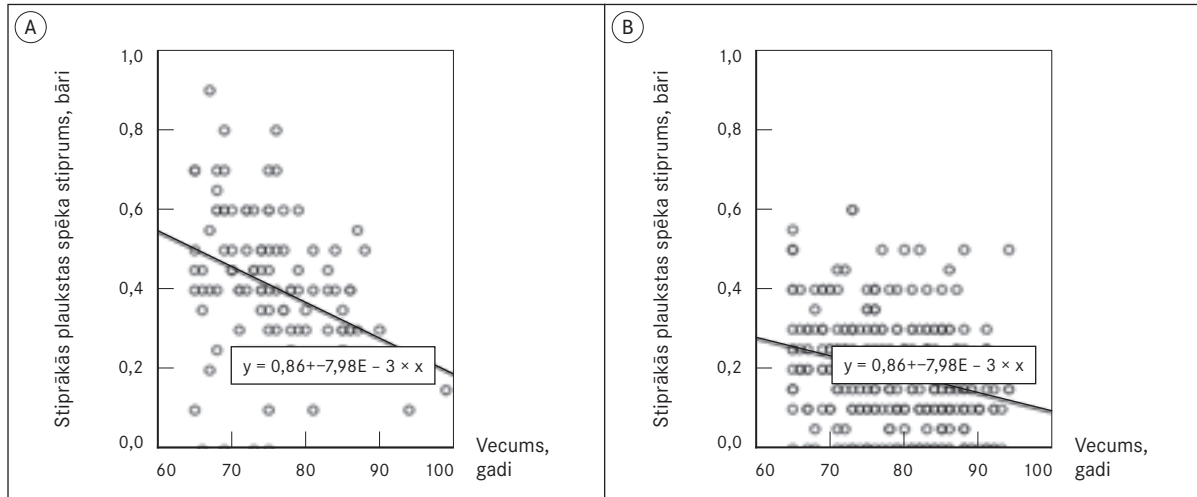
Rokas muskuļu vidējais apkārtmērs vīriešiem bija $25,24 \pm 2,72$ cm un sievietēm – $23,89 \pm 3,51$ cm. Vīriešiem rokas muskuļu apkārtmērs bija statistiski ticami lielāks nekā sievietēm ($p < 0,001$).

1. tabula. Plaukstas muskuļu spēks (bāros) dažādās vecuma grupās mājās un aprūpes iestādēs dzīvojošiem vīriešiem un sievietēm

Hand grip strength (bars) in different age groups for elderly living at home or care homes of both genders

Respondentu grupa	Vecuma grupa, gadi			p vērtība
	65–74	75–84	> 85	
Vīrieši mājās	$0,54 \pm 0,15$	$0,42 \pm 0,19$	$0,34 \pm 0,05$	0,02
Sievietes mājās	$0,29 \pm 0,12$	$0,21 \pm 0,11$	$0,19 \pm 0,12$	< 0,001
Vīrieši aprūpes iestādēs	$0,40 \pm 0,19$	$0,31 \pm 0,14$	$0,31 \pm 0,16$	0,09
Sievietes aprūpes iestādēs	$0,17 \pm 0,11$	$0,15 \pm 0,1$	$0,13 \pm 0,1$	0,03

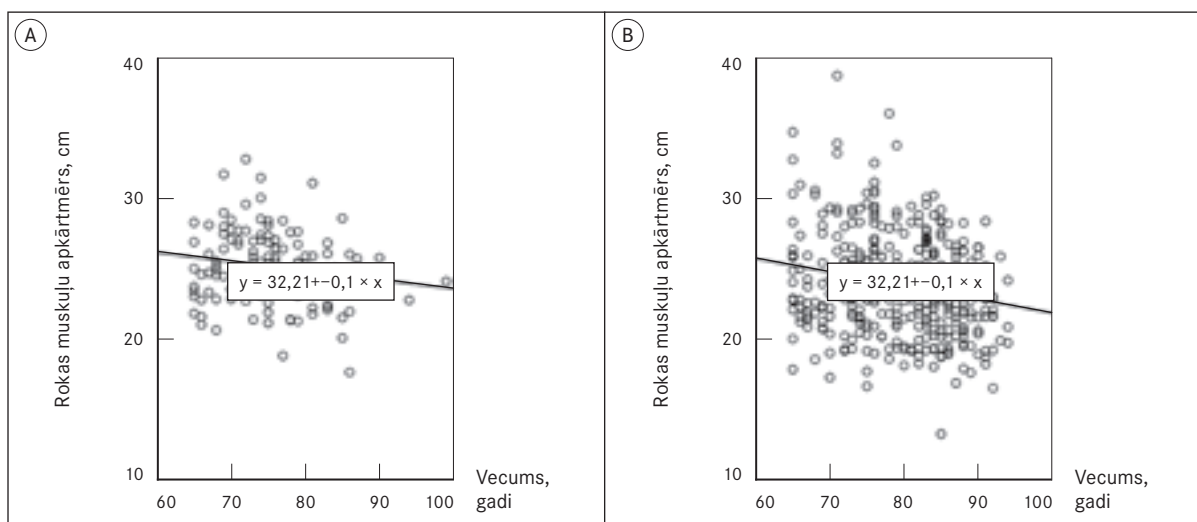
1. attēls. Stiprākās rokas plauksta spēka (bāros) korelācija ar vecumu (A - vīrietis, B - sieviete)
Correlation of hand grip strength (bars) for stronger hand with an age (A - man, B - woman)



Izmantojot Pīrsona korelācijas koeficienta analīzi (sk. 2. att.), secināts, ka sievietēm sakarība starp vecumu un augšdelma muskuļu apkārtmēru ir vāja, negatīva un statistiski ticama ($r = -0,20$; $p < 0,001$). Izmantojot lineārās regresijas analīzi, secināts, ka starp vecumu un augšdelma muskuļu apkārtmēru (AMA) ir šāds vienādojums: augšdelma muskuļu apkārtmērs = $32,21 - 0,1 \times$ vecums (gan konstante, gan koeficients ir statistiski ticami, $p < 0,01$).

Šajā analizē vīriešiem sakarība starp vecumu un AMA ir vāja, negatīva un statistiski ticama ($r = -0,16$; $p = 0,04$). Izmantojot lineārās regresijas analīzi, secināts, ka starp vecumu un AMA ir šāds: augšdelma muskuļu apkārtmērs = $32,21 - 0,1 \times$ vecums (gan konstante, gan koeficients ir statistiski ticami, $p < 0,01$). Analizējot abus Pīrsona korelācijas koeficientus, aprēķinātus starp vecumu un augšdelma muskuļu apkārtmēru, lai noteiktu to statistiski ticamo atšķirību dzimuma starpā, secināts, ka tie statistiski ticami neatšķiras ($p = 0,35$).

2. attēls. Rokas muskuļu apkārtmēra korelācija ar vecumu abiem dzimumiem (A - vīrietis, B - sieviete)
Correlation of hand muscle circumference with an age (A - man, B - woman)



Daudzfaktoru lineārās regresijas analizē atradām, ka starp stiprākās rokas plaukstas spēku un vecumu un ĶMI vīriešiem ir šāds vienādojums: $PMS = 0,84 - 0,009 \times \text{vecums} + 0,008 \times \text{ĶMI}$ (modeļa konstante un koeficienti ir statistiski ticami ($p < 0,05$)), modeļa $R^2 = 17\%$. Savukārt sievietēm ir šāds vienādojums: $PMS = 0,44 - 0,004 \times \text{vecums} + 0,003 \times \text{ĶMI}$ (modeļa konstante un koeficienti ir statistiski ticami ($p < 0,05$)), modeļa $R^2 = 10\%$. Sievietēm šie rādītāji mazāk ietekmē spēka lielumu nekā vīriešiem.

Mēģinot atrast faktoros, kas vairāk ietekmē plaukstas muskuļu spēku, izveidojām vēl vienu regresijas analīzes modeli (sk. 2. tab.).

Izmantojot daudzfaktoru regresijas analīzi, kurā analizēts PMS kā neatkarīgais mainīgais un mainīgie lielumi – dzimums, vecums, augšdelma muskuļu apkārtmērs un sirds-asinsvadu slimības –, ieguva koeficientus (sk. 2. tab.), kuri visi ir statistiski ticami ($p < 0,05$). Modeļa determinācijas koeficients ir 40%.

2. tabula. Daudzfaktoru lineārās regresijas analīze ar neatkarīgo mainīgo – plaukstas muskuļu spēku
Multifactorial linear regression. Independent variable – hand grip strength

Atkarīgie mainīgie	Koeficients	Standartklūda	p vērtība
Konstante	0,828	0,090	0,000
Dzimums	-0,194	0,014	0,000
Vecums	-0,005	0,001	0,000
Rokas muskuļu apkārtmērs	0,007	0,002	0,000
Sirds-asinsvadu slimības dzīves laikā	-0,026	0,012	0,031

Savukārt anamnēzes dati par fizisku darbu dzīves laikā un fizisku aktivitāti pašreizējā dzīves periodā neuzrādīja korelāciju ar plaukstas spēku ($p > 0,05$). Fiziski smagu darbu dzīves laikā bija strādājusī puse (49,7%) sieviešu un nedaudz vairāk (55,9%) vīriešu. Savukārt pašreiz ar fiziskām aktivitātēm nodarbojās 24,2% sieviešu un 25,9% vīriešu. Pārbaudījām arī, vai atsevišķu sistēmu slimībām ir korelācija ar plaukstas spēku, bet to neatradām ($p > 0,05$). Izmantojot regresijas modeli sirds-asinsvadu slimības, kas skāra 63% respondentu, tās izrādījās nozīmīgs spēku samazinošs faktors.

Diskusija

Muskuļu spēka ietekme uz novecošanas procesu ir plaši pētīta visā pasaulē [Bannerman, 2002], tomēr joprojām nav skaidri visi faktori, kas ietekmē spēka samazināšanos. Mūsu pētījumā centāmies noskaidrot datu salīdzināmību ar citos pētījumos iegūtiem datiem. Absolūtos skaitļos to nevarējām izdarīt, jo lielākajā daļā pētījumu PMS ir izteikts kg vai mm Hg, savukārt mūsu laboratorijas dinamometrs mērījumus veic bāros.

Viszināmākā ir spēka atšķirība starp dzimumiem [Cruz-Jentoft, 2010], un arī mēs ieguvām statistiski ticamu atšķirību ($p < 0,001$). Sakarība bija vērojama arī starp PMS un vecumu – vīriešiem korelācijas koeficients bija $r = -0,34$, un rezultāts bija statistiski ticams. Datus par vidēji stipru ($r = -0,37$) saistību starp vecumu un spēku vīriešiem publicēja Silva, et al., 2013. gadā. Šajā Brazīlijā veiktajā pētījumā statistiski izteiktāka ($p < 0,01$) bija spēka un vecuma korelācija sievietēm ($r = -0,49$) nekā mūsu pētījumā, kur Pīrsona korelācijas koeficients bija tikai $r = -0,29$. Iespējams, rezultātu ietekmēja lielais aprūpes iestādēs dzīvojošo sieviešu skaits mūsu pētījumā, jo PMS statistiski ticami atšķīrās starp mājās un pansionātā dzīvojošajām sievietēm un skaitliski vislielākā atšķirība bija jaunākajā vecuma grupā.

No antropometriskiem rādītājiem pētījumos vecu cilvēku populācijās bieži ir izmantoti garuma, svara, ĶMI, dažādi apkārtmēru un tauku kroku mērījumi [Moreno, 2012; Perissinotto, 2002]. Pētījumos lielāka muskuļu masa ir dokumentēta vīriešiem [Janssen, 2000]. Mūsu dati to apstiprina, $p < 0,001$. Analizējot AMA saistību ar vecumu, korelācija bija vāja, bet statistiski ticama gan sievietēm, gan vīriešiem. Līdzīgos pētījumos saistība ir bijusi izteiktāka [Sayer, 2008], bet spēka samazinājums vienmēr ir

izteiktāks nekā muskuļu masas izmaiņas. Precīzāku ķermeņa kompozīciju iespējams noteikt, izmantojot jutīgākas metodes, piemēram, duālās enerģijas rentgena absorbcimetriju. Pat precīzi nosakot muskuļa apkārtmēru, ir iespējama kļūda, jo vecumā pašā muskulī var būt taukaidu infiltrācija [Song, 2004]. Formula, kuru izmantojām RMA aprēķināšanai, pirmo reizi ir publicēta 1973. gadā [Gunizey, 1973], bet, izmantojot antropometriskas muskuļu masas noteikšanas metodes, tā joprojām tiek lietota [Silva, 2013].

Pēdējos gados ir daudz publikāciju par fiziskas slodzes saistību ar plaukstas muskuļu spēku [Hansen, 2013]. Mums neizdevās atrast sakarību starp fizisku darbu dzīves laikā un plaukstas spēku vecumā, bet, ņemot vērā publicētos datus, ka, pat strādājot fizisku darbu, plaukstas muskuļu spēks nav labāks nekā garīgā darba strādniekiem [Chandra, 2007], rezultāts ir ticams. Savukārt pašreiz esošai fiziskai slodzei fizisko funkciju vajadzētu uzlabot [Rolland, 2004], bet, ņemot vērā to, ka šis ir šķēsgriezuma pētījums un mums nav rādītāju dinamikas, dati neuzrāda sakarību. Iespējams, atsevišķā grupā vajadzēja iedalīt tikai tos, kas ar fiziskām aktivitātēm nodarbojušies visa mūža garumā, bet tādu senioru bija ļoti maz.

Daļa dalībnieku fiziskās aktivitātes bija uzsākuši aprūpes iestādēs fizioterapeita vadībā, un, iespējams, izejas skaitļi bija vēl sliktāki. Izveidojām daudzfaktoru lineārās regresijas modeļus, kas statistiski ticami spētu izskaidrot spēka samazinājumu. Pirmajā modelī apskatījām spēka lieluma ietekmi no vecuma un ĶMI. Rezultātu analīze norādīja, ka statistiskā modeļa kvalitātes rādītājs vīriešiem ir 17% un sievietēm – 10%. Otrajā modelī iekļāvām dzimumu, vecumu, AMA, kā arī sirds asinsvadu slimības un uzlabojām kvalitātes modeļa rādītāju spēka samazinājumam līdz 40%. Iekļaujot modelī sirds asinsvadu slimības un ievērojami uzlabojot modeļa kvalitāti, aktuāls kļūst jautājums, kādēļ, zinot, ka fiziskā spēka lielums ir viens no labākajiem rādītājiem sirds asinsvadu slimību prognozēšanai [Artero, 2012], plaukstas spēks netiek lietots kā rutīnas mērījums.

Secinājumi

1. Plaukstas muskuļu spēka samazināšanos neatkarīgi no dzimuma ietekmē vecums un augšdelma muskuļu apkārtmērs.
2. Plaukstas muskuļu spēku senioriem neietekmē fizisks darbs dzīves laikā.
3. Plaukstas muskuļu spēka samazināšanos var saistīt ar vecumu, dzimumu, ķermeņa masas indeksu, augšdelma muskuļu apkārtmēru un sirds-asinsvadu slimībām, tomēr jānoskaidro vēl papildu ietekmējošie faktori.



Influence Factors of Handgrip Strength for Elderly Population of Latvia

Abstract

Muscle strength reduction for seniors is a serious and growing problem in the aging populations. For whole-body muscle strength, handgrip strength (HGS) measured with a dynamometer can be used. HGS depends on demographic and anthropometric characteristics, but this does not fully explain the decrease in muscle strength for the elderly. The sample included 488 seniors. HGS correlated with gender, age and location of a nursing home ($p < 0.001$), but there was no correlation with physical work of a lifetime, with current physical activity and separate organ system diseases ($p > 0.05$). Power reduction correlation with age was moderate, but statistically significant and the correlation with a hand muscle circumference was weak, but statistically significant for both genders. The multi-factorial linear regression model, which includes gender, age, hand muscle circumference and cardiovascular disease, explained the reduction of muscle strength of 40%. In conclusion, the reduction of HGS, regardless of gender, was affected by the age and hand muscle circumference. However, the reduction of HGS cannot be fully explained by the indicators used in the data analysis.

Keywords: senior population's wrist muscle strength, anthropometric measurements.

Literatūra

1. Artero E. G., Lee D., Lavie C. J. Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis // *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 2012; 32 (6): 351-358.
2. Bannerman E., Miller M. D., Daniels L. A., et al. Anthropometric indices predict physical function and mobility in older Australians: the Australian Longitudinal Study of Ageing // *Public Health Nutrition*, 2002; (5): 655-662.
3. Bohannon R. W. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults // *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 2008; 31 (1): 3-10.
4. Chandra A. M., Ghosh S., Iqbal R., Sadhu N. A comparative assessment of the impact of different occupations on workers' static musculoskeletal fitness // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2007; 13 (3): 271-278.
5. Cheung C. L., Nguyen U. S., Au E., et al. Association of handgrip strength with chronic diseases and multimorbidity: A cross-sectional study // *Age (Dordr)*, 2012; 35 (3): 929-941.
6. Cruz-Jentoft A. J., Baeyens J. P., Bauer J. M., et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People // *Age Ageing*, 2010; 39: 412-423.
7. Goodpaster B. H., Park S. W., Harris T. B., et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study // *Journals of Gerontology: Series A. Biological Sciences and Medical Sciences*, 2006; 61: 1059-1064.
8. Gunizey M. J., Jelliffe D. B. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas // *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1973; 26: 912-915.
9. Hansen A. W., Beyer N., Flensburg-Madsen T., et al. Muscle strength and physical activity are associated with self-rated health in an adult Danish population // *Preventive Medicine*, 2013; 57 (6): 792-798.
10. Hughes V. A., Frontera W. R., Wood M., et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults // *Journals of Gerontology: Series A. Biological Sciences and Medical Sciences*, 2001; 56 (5): B209-217.
11. Janssen I., Heymsfield S. B., Wang Z., Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 year // *Journal of Applied Physiology*, 2000; 89: 81-88.
12. Moreno H., Ramos B., Parra J. Correlation of anthropometric variables, conditional and exercise habits in active older adults // *Colombia Médica*, 2012; 43 (3): 216-221.
13. Park S. W., Goodpaster B. H., Strotmeyer E. S., et al. Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study // *Diabetes*, 2006; 55: 1813-1818.
14. Perissinotto E., Pisent C., Sergi G., et al. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences // *The British Journal of Nutrition*, 2002; 87 (2): 177-186.
15. Rantanen T., Avlund K., Suominen H., et al. Muscle strength as a predictor of onset of ADL dependence in people aged 75 years // *Aging Clinical and Experimental Research*, 2002; 14: 10-15.
16. Rantanen T., Masaki K., He O., et al. Midlife muscle strength and human longevity up to age 100 years: a 44-year prospective study among a decedent cohort // *Age (Dordr)*, 2012; 34 (3): 563-570.
17. Rolland Y., Lauwers-Cances V., Pahor M., et al. Muscle strength in obese elderly women: effect of recreational physical activity in a cross-sectional study // *American Journal of Clinical Nutrition*, 2004; 79: 552-557.
18. Roubenoff R., Hughes V. A. Sarcopenia: current concepts // *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 2000; 55 (12): 716-724.
19. Sartorio A., Lafortuna C. L., Pogliaghi S., Trecate L. The impact of gender, body dimension and body composition on handgrip strength in healthy children // *Journal of Endocrinological Investigation*, 2002; 25: 431-435.
20. Sayer A. A., Syddall H., Martin H., et al. The developmental origins of sarcopenia // *Journal of Nutrition and Health Aging*, 2008; 12: 427-432.
21. Song M. Y., Ruts E., Kim J., et al. Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women // *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2004; 79 (5): 874-880.
22. Syddall H., Cooper C., Martin F., et al. Is grip strength a useful single marker of frailty? // *Age Ageing*, 2003; 32: 650-656.
23. Taekema D. G., Gussekloo J., Maier A. B., et al. Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old // *Age Ageing*, 2010; 39: 331-337.
24. Vieira D. C., Tibana R. A., Tajra V., et al. Decreased functional capacity and muscle strength in elderly women with metabolic syndrome // *Clinical Interventions in Aging*, 2013; 8: 1377-1386.
25. Woods J. L., Iuliano-Burns S., King S. J., et al. Poor physical function in elderly women in low-level aged care is related to muscle strength rather than to measures of sarcopenia // *Clinical Interventions in Aging*, 2011; 6: 67-76.