

Povezanost Y-testa za zgornji ud z vzdržljivostjo mišic trupa, obsegom gibljivosti v ramenskem sklepu in z jakostjo prijema pri zdravih mladih preiskovancih

A relationship between the upper-quarter Y test and core muscle endurance, shoulder joint range of motion and grip strength in healthy young subjects

Špela Trojanšek¹, Sonja Hlebs¹

IZVLEČEK

Uvod: Pri ocenjevanju unilateralne funkcije zgornjega uda v zaprti kinetični verigi je Y-test za zgornji ud objektivna mera poročanja izidov. Ocenjuje stabilnost in gibljivost ramenskega sklepa ter obenem izziva komponente vzdržljivosti jedrnih mišic trupa. Namen te raziskave je bil ugotoviti povezanost Y-testa za zgornji ud z vzdržljivostjo mišic trupa, obsegom gibljivosti v ramenskem sklepu in z jakostjo prijema pri zdravih mladih preiskovancih. **Metode:** Sodelovalo je 35 preiskovancev (24 žensk, 11 moških). Doseg pri izvedbi Y-testa za zgornji ud je bil normaliziran glede na dolžino zgornjega uda, izražen v odstotkih. Povezanost med posameznimi spremenljivkami smo analizirali s pomočjo linearne regresije, kjer smo uporabili za normalno porazdeljene spremenljivke Pearsonov (r) ali Spearmanov koeficient korelacije (ρ), kjer spremenljivke niso bile normalno porazdeljene. **Rezultati:** Ugotovljena je bila statistično značilna povezava med Y-testom za zgornji ud in daljšim časom držanja sprednjega mostu ($p < 0,002$, $r = 0,507$), manjšim obsegom gibljivosti notranje rotacije in daljšo mediolateralno ($p < 0,034$, $r = -0,359$) ter superolateralno ($p < 0,007$, $r = -0,445$) smerjo seganja pri izvedbi testa ter večjo jakostjo prijema ($p < 0,05$, $\rho = 0,318$). **Zaključki:** Ugotovili smo povezanost med večjo vzdržljivostjo mišic trupa, večjo jakostjo prijema in manjšim obsegom gibljivosti notranje rotacije z boljšim izidom izvedbe Y-testa za zgornji ud.

Ključne besede: stabilnost trupa, dinamična stabilnost zgornjega uda, jedrne mišice, Y-test za zgornji ud.

ABSTRACT

Introduction: When assessing unilateral upper limb function in a closed kinetic chain, the Upper-Quarter Y Test is an objective reporting measure. It assesses shoulder stability and mobility while challenging the components of core muscle endurance. The aim of this article is to present the relationship between the Upper Quarter Y Balance Test and core muscle endurance, shoulder joint range of motion, grip strength, gender, and body mass index in healthy young subjects. **Methods:** A total of 35 participants (24 females, 11 males) were included. Reach distances were normalised to arm length and expressed as percentages. Correlations between variables were analysed by linear regression using Pearson's correlation coefficient (r) for normally distributed variables or Spearman's correlation coefficient (ρ) for non-normally distributed variables. **Results:** A statistically significant correlation was found between the Upper-Quarter Y Test and longer time in the plank position ($p < 0.002$, $r = 0.507$), lower range of internal rotation and longer medio-lateral ($p < 0.034$, $r = -0.395$) and supero-lateral ($p < 0.007$, $r = -0.447$) reach in the test, and greater grip strength ($p < 0.05$, $\rho = 0.318$). **Conclusions:** Associations were found between greater core muscle endurance, higher grip strength, lower range of motion of internal rotation and better performance in the Upper-Quarter Y Test.

Key words: trunk stability, upper limb dynamic stability, core muscles, Upper Quarter Y Test.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: viš. pred. mag. Sonja Hlebs, viš. fiziot., univ. dipl. org.; e-pošta: sonja.hlebs@zf.uni-lj.si

Prispelo: 30.09.2023

Sprejeto: 03.06.2024

UVOD

Ker telo deluje kot dinamična celota pri vsakodnevnih dejavnostih in športu, izolirane klinične ocene mišične zmogljivosti in gibljivosti sklepov ne zagotavljajo ustreznih informacij za oceno funkcijskih sposobnosti (1). Ocenjevanje funkcije zgornjega uda (ZU) v zaprti kinetični verigi je opisano kot ustrezno ocenjevanje za funkcijsko testiranje celotnega »zgornjega kvadranta« (2). Testiranje stabilnosti telesnega jedra in funkcije ZU ali spodnjih udov (SU) kot kvadrantov je lahko učinkovit in celovit način za prepoznavanje primanjkljajev v mišični zmogljivosti ali gibljivosti v predelu telesa, ki se testira (3).

Test ravnotežja zgornjega kvadranta Y (angl. Upper Quarter Y Balance Test – ali Y-test za zgornji ud (YTZU) je test, pri katerem mora preiskovanec stabilizirati težo telesa na enem ZU, medtem ko z drugim maksimalno sega v tri smeri. Pri tem sta potrebni kombinacija stabilnosti in gibljivosti ramenskega sklepa in sklepov ramenskega obroča ter dinamična stabilnost trupa. Vse te komponente so namreč izzvane med maksimalnim seganjem v mediolateralno (ML), inferolateralno (IL) in superolateralno (SL) smer pri izvedbi testa (3). Za dinamično stabilnost trupa je pomembna ustreznost in usklajena mišična sila jedrnih mišic, da lahko oseba stabilizira težišče telesa nad določeno točko, medtem ko z udom izvaja željeno gibanje čez podporno ploskev (4).

Trup je kinetična povezava, ki z zagotavljanjem proksimalne stabilnosti in distalne gibljivosti omogoča dinamične aktivnosti ZU in SU (5). Stabilnost hrbtenice zagotavlja telesu, da se sila, ki jo ustvarjajo mišice ZU in SU, učinkoviteje pretvori v delo. Pri tem imajo pomembno vlogo kokontrakcije jedrnih mišic trupa, ki povečajo tlak v trebušni votlini ter tako prispevajo k nadzoru in stabilnosti hrbtenice za gibanje v ZU in SU (1, 6). Če je telesno jedro nestabilno, absorbira ustvarjeno silo na način, da se manj mišične sile pretvori v delo (7). Ramenski obroč skupaj z ramenskim sklepom povezuje ZU s trupom. Sestavlja ga več sklepov, odgovornih za koordinirano gibanje ZU. Omogoča največji obseg gibljivosti od vseh sklepov. Tega zagotavljajo kongruenca sklepnih površin, pasivne stabilizacijske strukture (sklepná ovojnica in vezi) ter aktivne dinamične stabilizacijske strukture, predvsem mišice rotatorne manšete (8, 9).

Avtorji poročajo, da naloge z distalnim segmentom ZU pri dejavnostih, kot so prijem ali opiranje na roko, povzročijo aktivacijo proksimalnih ramenskih in lopatičnih mišic (10). Ugotovili so, da sta funkcija ZU in proksimalna stabilnost, ki jo zagotavlja ramenski obroč v zaprti in odprti kinetični verigi, povezani z jakostjo prijema roke pri zdravih mladih telesno dejavnih preiskovancih obeh spolov (11) in pri pacientih z nestabilnostjo ramenskega sklepa (12), zato se lahko uporablja za tudi ocenjevanje splošne zmogljivosti pri določanju funkcijske in delovne zmožnosti ZU (12).

Z Y-testom za zgornji ud se ocenjujejo stabilnost ZU, ki položaj zadržuje, ter gibljivost ZU in stabilnost telesnega jedra med seganjem (1, 13). Ker preiskovanec z ZU sega izven podporne ploskve, mora med seganjem ohranjati ravnotežje in imeti ustrezno vzdržljivost mišic trupa (3).

Namen te raziskave je bil ugotoviti povezanost YTZU z vzdržljivostjo mišic trupa, obsegom gibljivosti v ramenskem sklepu in jakostjo prijema pri zdravih mladih preiskovancih.

METODE

Preiskovanci

Sodelovali so zdravi mladi preiskovanci Zdravstvene fakultete Univerze v Ljubljani, ki so bili k raziskavi povabljeni prek socialnega omrežja Facebook in osebno prek elektronskih naslovov. V obvestilu so prejeli nagovor, da je njihovo sodelovanje prostovoljno in da bodo njihovi podatki strogo zaupni ter uporabljeni izključno za raziskavo in/ali objavo v strokovni literaturi. V obvestilu so prejeli tudi informacije o poteku in namenu raziskave. Vključitveni merili za sodelovanje sta bili starost od 18 do 24 let in sposobnost razumevanja pisnih navodil. Izključitvena merila so bile prisotnost težav s srednjim ušesom in sinusi ter bolečin v hrbtu, ZU in SU ter predhodne poškodbe ZU ali SU, ki so se zgodile manj kot šest mesecev pred izvedbo meritev. Pred začetkom izvajanja raziskave so preiskovanci podpisali izjavo o prostovoljnem sodelovanju. Meritve so potekale od aprila do sredine maja leta 2023 v biomehanskem laboratoriju Zdravstvene fakultete Univerze v Ljubljani.

Raziskavo je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (št. 0120-310/2022/3).

Merilni inštrumenti

Za izvedbo YTZU je bil uporabljen merilni inštrument, komplet za YTZU (MF Athletic, USA). Sestavljen je iz platforme, iz katere izhajajo tri vodila, in sicer mediolateralno (ML), inferolateralno (IL) in superolateralno (SL). Kot med ML in IL ter SL vodilom znaša 135° , med SL in IL vodilom pa 90° . Na vsakem vodilu so tri potisne deščice, ki jih preiskovanec premika s testiranim ZU, ZU, s katerim položaj zadržuje, pa je na označenem mestu na platformi, iz katere izhajajo vodila. Na vsakem vodilu so na 0,5 cm oznake za odčitavanje dosežene razdalje. Gorman in sodelavci (3) so za Y-test za zgornji ud ugotovili odlično ponovljivost ($ICC = 0,80-0,99$), odlično zanesljivost posameznega preiskovalca ($ICC = 0,86-0,99$) in odlično zanesljivost med preiskovalci ($ICC = 1$).

Obseg gibljivosti notranje rotacije (NR) in zunanje rotacije (ZR) ramenskega sklepa smo merili z digitalnim goniometrom (Absolute Axis 360° Digital Goniometer, Baseline, ZDA), na katerem so meritve obsega gibljivosti (OG) izražene v kotnih stopinjah in prikazane na LCD-zaslону. Mullaney in sodelavci (14) so potrdili visoko zanesljivost posameznega preiskovalca ($ICC = 0,91-0,96$) in med preiskovalci ($ICC = 0,31-0,95$) meritev v ramenskem sklepu v smeri NR in ZR z digitalnim goniometrom.

Za meritev jakosti prijema smo uporabili ročni hidravlični dinamometer (Jamar, ZDA), kjer je jakost prijema izražena v kilogramih. Chamorro in sodelavci (15) ter Bellace in sodelavci (16) so potrdili visoko zanesljivost ($ICC = 0,98$) in ponovljivost ($ICC = 0,99$) meritev jakosti prijema z ročnim hidravličnim dinamometrom.

Postopek testiranja

Testiranje smo začeli z meritvijo jakosti prijema z ročnim hidravličnim dinamometrom. Meritev smo izvedli po postopku, ki so ga opisali Bellace in sodelavci (16). Preiskovanec je sedel na stolu, trup je imel podprt z naslonjalom, stopala so bila na tleh. Samoporočan dominanten ZU je imel flektiran v komolcu za 90° in podlaket v nevtralnem položaju.

Meritev smo izvedli trikrat in za statistično analizo izračunali povprečje.

Sledila je meritev aktivnega obsega gibljivosti NR in zunanje ZR v ramenskem sklepu z digitalnim goniometrom. Meritev smo izvedli po postopku, ki sta ga opisala Jakovljević in Hlebš (17). Za statistično analizo smo meritev izvedli enkrat.

Testiranje smo nadaljevali z izvedbo YTZU. Pred začetkom izvedbe smo preiskovancem izmerili dolžino samoporočanega dominantnega ZU od trnatega odrastka vretenca C7 do konice najdaljšega prsta na roki pri abdukciji 90° v ramenskem sklepu. To dolžino smo potrebovali pri izračunu rezultata YTZU, ki smo ga izračunali po formuli: dolžina dosežene razdalje v ML + SL + IL smereh / 3 / dolžina ZU x 100 (1, 3). Tako smo rezultat seganja v posamezne smeri normalizirali z dolžino ZU in ga izrazili z odstotki. Meritev smo izvedli po postopku, ki so ga opisali Gorman in sodelavci (3). Preiskovalka je najprej demonstrirala izvedbo testa, preiskovanci pa so prejeli tudi sliko izvedbe YTZU (priloga). Imeli so možnost enega seznanitvenega poskusa, ki so mu nato sledile tri meritve. Preiskovanci so izvedli test tako, da so se postavili v položaj sprednjega mosta z iztegnjenimi komolci. Test so izvajali bosi na nehrseči podlagi s SU v širini ramen. Dominantni ZU so postavili na označeno mesto na platformi, z nedominantnim ZU pa so segali najprej v ML, IL in nazadnje v SL smer, nato so morali ZU vrniti v začetni položaj brez izgube ravnotežja. Ob izgubi ravnotežja med izvedbo in nezmožnosti vrnitve ZU v začetni položaj ali prenosa teže na potisno ploščico, je bil test prekinjen in ga je moral preiskovanec ponoviti. Med vsakim poskusom je imel 1 minuto počitka. Za statistično analizo smo upoštevali najboljši poskus.

Sledilo je držanje položaja sprednjega mosta. Test držanja položaja sprednjega mosta je podoben položaju, ki ga mora preiskovanec zavzeti pri izvedbi YTZU. Tong in sodelavci (18) so potrdili dobro zanesljivost ($ICC = 0,97$) in veljavnost položaja držanja sprednjega mosta za oceno vzdržljivosti jedrnih mišic trupa. Test smo izvedli po postopku, ki so ga opisali Chen in sodelavci (19). Pri izvedbi testa so bili preiskovanci bosi, da bi preprečili drsenje SU, so test izvajali na nehrseči podlagi. Stopala so imeli v širini ramen, položaj so zadrževali na podlahteh, s komolci v širini

ramenskih sklepov in z nevtralnimi položaji medenice ter z glavo v podaljški hrbtenice. Preiskovanci so držali položaj, kolikor dolgo so lahko. Kakršno koli premikanje z ZU, SU ali trupom in dvigovanje medenice oziroma sprememba položaja so se šteli za prekinitve testa. Končni čas držanja položaja sprednjega mosta je bil zabeležen v minutah.

Metode statistične analize

Za statistično analizo je bil uporabljen odprtokodni statistični program PSPP (angl. Public Sector Purchase Programme, splošna javna licenca GNU). Za prikaz antropometričnih podatkov smo uporabili opisno statistiko (razpon, povprečje in standardni odklon). Za izračun povezave med spremenljivkami smo uporabili bivariatno analizo z linearno regresijo, pri čemer sta bila uporabljena Pearsonov (r) in Spearmanov koeficient korelacije (ρ). Pri izračunu koeficienta ρ smo uporabili statistično orodje Excel Office 2016. Za testiranje razlik med spoloma smo uporabili t-test za dva neodvisna vzorca. T-test in ugotavljanje povezave s koeficientom r predpostavljata normalno porazdelitev podatkov, ki je bila preverjena s Shapiro-Wilk testom. Stopnjo statistične značilnosti smo postavili pri $\leq 0,05$.

REZULTATI

Preiskovanci

V raziskavi je sodelovalo 35 prostovoljnih

preiskovancev (24 žensk, 11 moških). Antropometrični podatki preiskovancev so predstavljeni v preglednici 1.

Preglednica 1: Antropometrični podatki preiskovancev

	Razpon	Povprečje (SO)
Starost (leta)	19,00–24,00	21,34 (1,37)
Telesna masa (kg)	47,00–112,50	69,40 (13,00)
Telesna višina (cm)	152,00–192,00	171,40 (8,80)
ITM (kg/cm ²)	18,40–30,30	23,51 (3,02)

Legenda: ITM – indeks telesne mase, SO – standardni odklon.

Izidi meritev YTZU, držanja položaja sprednjega mosta, obsega gibljivosti NR in ZR ter jakosti prijema

Vsem preiskovancem je uspelo uspešno opraviti YTZU. Preiskovanci so najdlje segali v ML, nato v IL in najmanj v SL smeri, z največjim SO (10,77) v SL smeri. Razlika med najkrajšim in najdaljšim časom držanja deske je znašala 3,68 minute. Preiskovanci so imeli večji povprečni obseg gibljivosti ZR v primerjavi z NR. Izidi meritev izvedbe YTZU, držanja položaja sprednjega mosta, OG NR in ZR ter jakosti prijema so prikazani v preglednici 2.

Preglednica 2: Izidi meritev izvedbe Y-testa za zgornji ud, držanja položaja sprednjega mosta, obsega gibljivosti NR in ZR ter jakosti prijema

Meritev	Razpon	Povprečje (SO)
ML+IL+SL YTZU (% NDZU)	65,30–99,60	82,57 (7,71)
ML YTZU (% NDZU)	76,60–112,00	91,90 (9,10)
IL YTZU (% NDZU)	65,50–100,40	82,20 (9,04)
SL YTZU (% NDZU)	40,90–80,30	63,79 (10,77)
Držanje deske (min)	0,40–4,08	1,78 (0,91)
OG NR (°)	50,10–77,00	63,00 (7,60)
OG ZR (°)	60,60–90,00	79,10 (7,50)
Jakost prijema (kg)	20,70–54,00	36,25 (9,43)

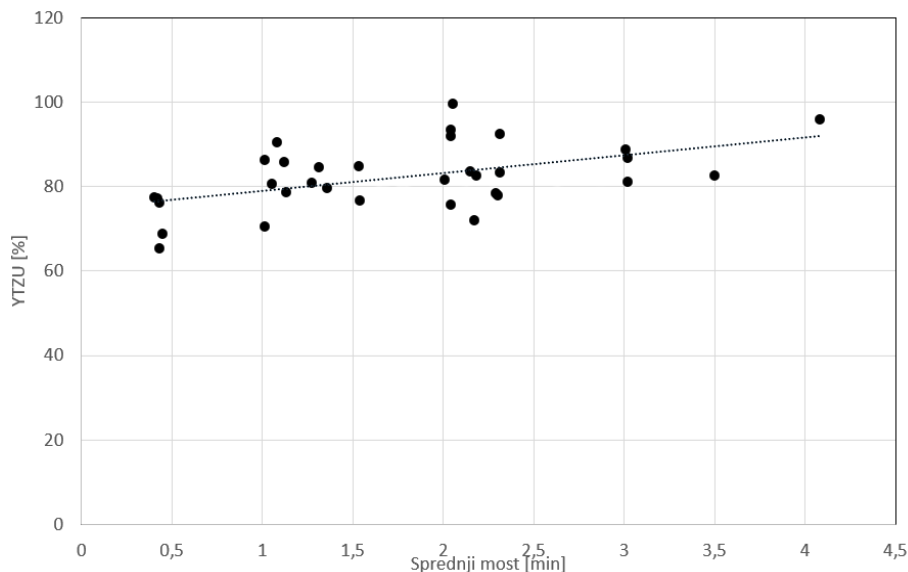
Legenda: ML+IL+SL – skupen izračun seganja v vse tri smeri, % NDZU – dolžina dosežene razdalje, izražena z normalizirano dolžino zgornjega uda v odstotkih, ML – mediolateralna smer, IL – inferolateralna smer, SL – superolateralna smer, YTZU – Y-test za zgornji ud, OG – obseg gibljivosti, NR – notranja rotacija, ZR – zunanja rotacija.

Povezanost YTZU z zmogljivostjo mišic trupa, obsegom gibljivosti NR in ZR v ramenskem sklepu, jakostjo prijema, spolom ter indeksom telesne mase

Ugotovili smo statistično značilno ($p < 0,002$) povezavo med daljšim časom držanja položaja

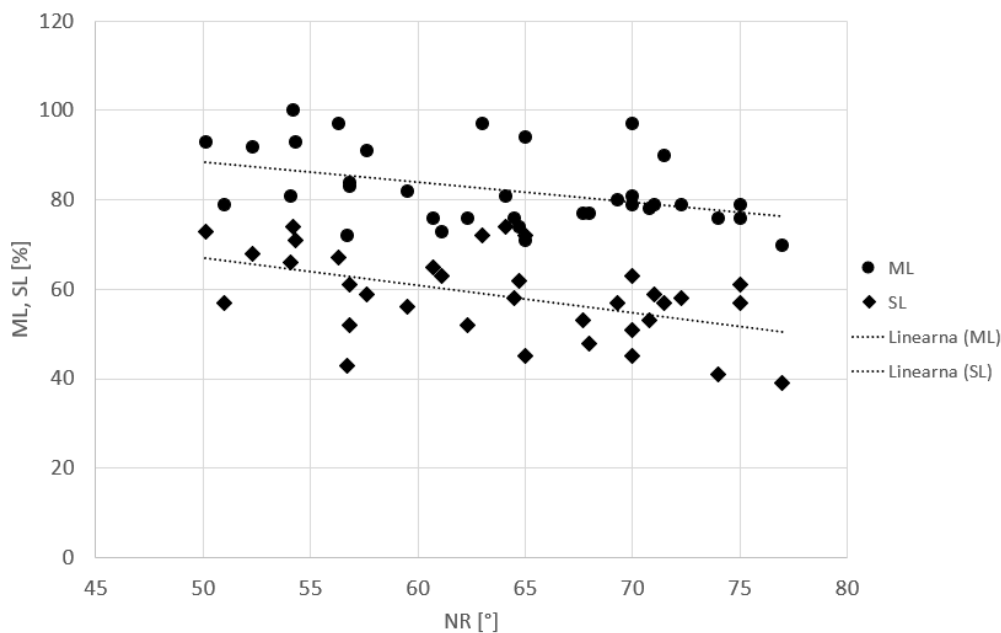
sprednjega mosta in rezultatom pri YTZU ($r = 0,507$). Povezava je bila pozitivna, preiskovanci, ki so dalj časa držali položaj, so dosegali višje rezultate pri YTZU (slika 1).

Povezava med obsegom gibljivosti NR in ML ter SL



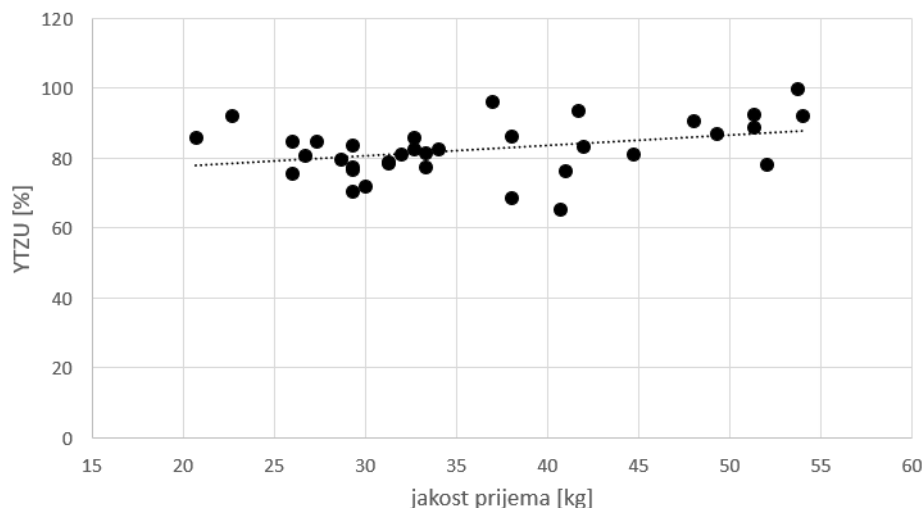
Slika 1: Povezava med časom držanja položaja sprednjega mosta in rezultatom pri YTZU

Legenda: YTZU % – Y-test za zgornji ud – dolžina dosežene razdalje, normalizirana glede na dolžino zgornjega uda, izražena v odstotkih.



Slika 2: Povezava med obsegom gibljivosti NR in ML ter SL smerjo izvedbe YTZU

Legenda: NR° – obseg gibljivosti notranje rotacije, ML, SL (%) – dolžina dosežene razdalje normalizirana glede na dolžino zgornjega uda, izražena v odstotkih, ML – mediolateralna smer, SL – superolateralna smer.



Slika 3: Povezava med jakostjo prijema in YTZU

Legenda: YTZU % – Y-test za zgornji ud – dolžina dosežene razdalje pri YTZU, normalizirana glede na dolžino zgornjega uda, izražena v odstotkih.

smerjo izvedbe YTZU je bila statistično značilna ($p < 0,034$; $p < 0,007$, $r = -0,389$, $-0,447$, v tem zaporedju). Povezava je bila negativna, preiskovanci z manjšim OG NR so segli dlje v ML in SL smeri (slika 2). Statistično značilne povezave med ZR in posamezno smerjo izvedbe pri YTZU nismo ugotovili.

Ugotovili smo statistično značilno povezavo ($p < 0,05$) med jakostjo prijema in rezultatom pri YTZU ($p = 0,318$). Povezava je bila pozitivna, preiskovanci z večjo jakostjo prijema so dosegali višje rezultate pri izvedbi YTZU (slika 3).

Statistično značilnih povezav pri izvedbi YTZU s spolom in z ITM nismo ugotovili.

RAZPRAVA

Namen raziskave je bil analizirati povezanost med dosegom ZU, merjenega z YTZU, in zmogljivostjo mišic trupa, OG NR in ZR v ramenskem sklepu in jakostjo prijema pri zdravih mladih preiskovancih. Ugotovili smo, da je vzdržljivost mišic trupa povezana z večjo jakostjo prijema in manjšim obsegom gibljivosti notranje rotacije z boljšim izidom izvedbe YTZU.

Pri izvedbi YTZU so preiskovanci zadrževali položaj sprednjega mosta, ki zahteva dober nadzor in zmogljivost mišic trupa (20) in statično ter dinamično zmogljivost mišic ramenskega obroča

(1, 21). Ugotovili smo, da je večja vzdržljivost mišic trupa, izmerjena z držanjem položaja sprednjega mosta, pri naših preiskovancih vplivala na boljši izid YTZU. Naši rezultati so bili skladni z izsledki drugih avtorjev (1, 2, 22), ki so poročali o povezavi med večjo zmogljivostjo mišic trupa in YTZU pri zdravih mladih športnikih. Večja zmogljivost jedrnih mišic trupa zagotavlja stabilnost hrbtenici in trdno osnovo, kar omogoča, da se sila, ki jo ustvarijo mišice ZU, učinkoviteje pretvori v delo (23, 24). Med našimi preiskovanci so bili tudi aktivni športniki in redno telesno dejavni posamezniki, kar bi lahko razložilo boljše izide pri izvedbi YTZU, povezane z daljšim časom držanja položaja sprednjega mosta. Stabilnost telesnega jedra je pomembna ne samo pri športnih dejavnostih, temveč tudi pri dejavnostih vsakodnevnega življenja, za zagotavljanje medsegmentne stabilnosti hrbtenice, izboljšanje drže in ravnotežja ter propriocepcije (23).

Pri merjenju OG NR in ZR v ramenskem sklepu smo ugotovili zmanjšan povprečen OG naših preiskovancev v primerjavi s poročanjem v literaturi (17), kar bi lahko vplivalo na seganje v posamezne smeri pri YTZU. Ugotovili smo, da so preiskovanci z manjšim OG NR dosegali višje vrednosti v ML in SL smeri seganja pri testu. Menili smo, da so morda preiskovanci na račun zmanjšane OG NR imeli povečan OG ZR oziroma večjo raztegljivost ob sklepnih

mehkotivnih struktur ramenskega sklepa, saj je pri seganju v ML smer kinematika ramenskega sklepa povezana z abdukcijo in spremljajočo ZR (25). Avtorji (26) so poročali o kronični prilagoditveni zmanjšani NR in povečani ZR ramenskega sklepa v primerjavi s kontralateralnim ZU pri aktivnih športnikih, ki izvajajo dejavnosti z veliko silo in velikimi obsegi gibljivosti nad glavo. Čeprav naši preiskovanci niso bili vsi aktivni športniki, smo sklepali, da so morda imeli zmanjšan OG NR in večji OG ZR zaradi funkcijske prilagoditve raztegljivosti mehkih tkiv, saj večina vsakodnevnih dejavnosti pri gibih nad glavo (seganje, česanje, oblačenje) zahteva ZR ramenskega sklepa.

V raziskavah je poročano, da je jakost prijema eden od pokazateljev splošne telesne pripravljenosti (27, 28) ter da so intenzivnost in leta telesne pripravljenosti povezani z večjo jakostjo prijema (30, 31), zato smo menili, da so lahko telesno bolj dejavni preiskovanci dosegali večje vrednosti pri izvedbi YZU-testa. Avtorji so raziskovali tudi povezanost jakosti prijema z različnimi antropometričnimi spremenljivkami pri mladih zdravih preiskovancih (29) in pri splošni populaciji (30). Ugotovili so, da je jakost prijema v povprečju pri ženskah približno 57 % povprečne jakosti moških (30). Naši rezultati so skladni s poročanjem v literaturi (29, 30), saj so ženske v naši raziskavi dosegale manjše vrednosti jakosti prijema kot moški, vendar statistično značilnih razlik med spoloma ni bilo. Za slednje smo predpostavljali, da je razlog vzorec naših preiskovancev, v katerem je bilo samo 31 % moških.

V naši raziskavi smo tudi ugotovili, da so preiskovanci z večjo jakostjo prijema dosegali višje rezultate pri YZU, zato smo sklepali, da so imeli večjo stabilizacijsko zmogljivost ramenskih in lopatičnih mišic. Avtorji so poročali o povezanosti med jakostjo prijema in povečano aktivnostjo zlasti mišic rotatorne manšete (32) pri zdravih, mladih, telesno dejavnih preiskovancih (10, 11) in pri pacientih z ne-poškodbeno nestabilnostjo ramenskega sklepa (12). Jakost prijema je zato pomembno oceniti pri obremenitvah ramenskega obroča zlasti v dejavnostih v zaprti kinetični verigi pri določanju funkcijske in delovne zmognosti, obsega poškodbe, poteka bolezni ter napredka rehabilitacije ZU (12, 32).

Razlik med spoloma pri naših preiskovancih pri izvedbi YZU ni bilo. V povprečju so ženske pri skupnem izračunu seganja v vse tri smeri (ML + IL + SL) dosegale vrednosti 81,1 (6,2) % NDZU in moški 85,8 (9,8) % NDZU, vendar razlike med spoloma niso bile statistično značilne. Naše ugotovitve so bile skladne z ugotovitvami Gormana in sodelavcev (3), ki niso ugotovili razlik med spoloma, in v nasprotju z ugotovitvami Taylorja in sodelavcev (33) ter Bormsove in Coolsove (34), v njihovih raziskavah so moški dosegali višje vrednosti. Verjetno gre za posledico razlik med vključenimi populacijami, pri nas je bilo v vzorcu značilno manjše število moških, v raziskavi Gormana in sodelavcev (3) so sodelovali fitness rekreativci, stari od 19 do 47 let. V drugih raziskavah pa so sodelovali mladi vrhunski športniki s športi nad glavo, atleti in tekači krosa (31) in rokometiški, odbojkarji ter igralci tenisa, stari od 18 do 50 let (34), kjer so v primerljivih vzorcih po spolu moški dosegali višje vrednosti.

Pri skupnem izračunu seganja v vse tri smeri (ML + IL + SL) pri YZU so naši preiskovanci v povprečju dosegali nižje vrednosti v primerjavi z vrednostmi, o kakršnih so poročali drugi raziskovalci (1–3, 31, 34). V posameznih smereh so preiskovanci najdlje segali v ML, nato v IL in najmanj v SL smeri, kar je podobno kot v drugih raziskavah (1–3, 31, 33) in v nasprotju s poročanjem Bormsove in Coolsove (34), kjer so mladi tekmovalni odbojkarji v primerjavi z rokometiški segali najmanj v ML smeri, kar sta avtorici pripisali razliki v tekmovalni športni disciplini.

Naša raziskava je imela nekaj omejitev. Ena od njih je, da nismo pridobili podatka o telesni dejavnosti preiskovancev, saj med našim vzorcem niso bili le športniki ali samo nedejavni posamezniki, zato ugotovitev ne moremo posplošiti za neko populacijo. Druga je, da bi pri ugotavljanju razlik med spoloma morali izbrati vzorec preiskovancev s primerljivim številom moških in žensk, ki bili enako telesno dejavni. Smiselno bi bilo izvesti YZU tudi z dominantnim ZU za morebitno ugotavljanje asimetrij oziroma razlik med enim in drugim ZU.

ZAKLJUČEK

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko zaključimo naslednje:

- vzdržljivost mišic trupa je povezana z boljšim izidom YTZU;
- zmanjšan obseg gibljivosti NR vpliva na daljše seganje v ML in SL smeri YTZU;
- večja jakost prijema je povezna z boljšim izidom YTZU.

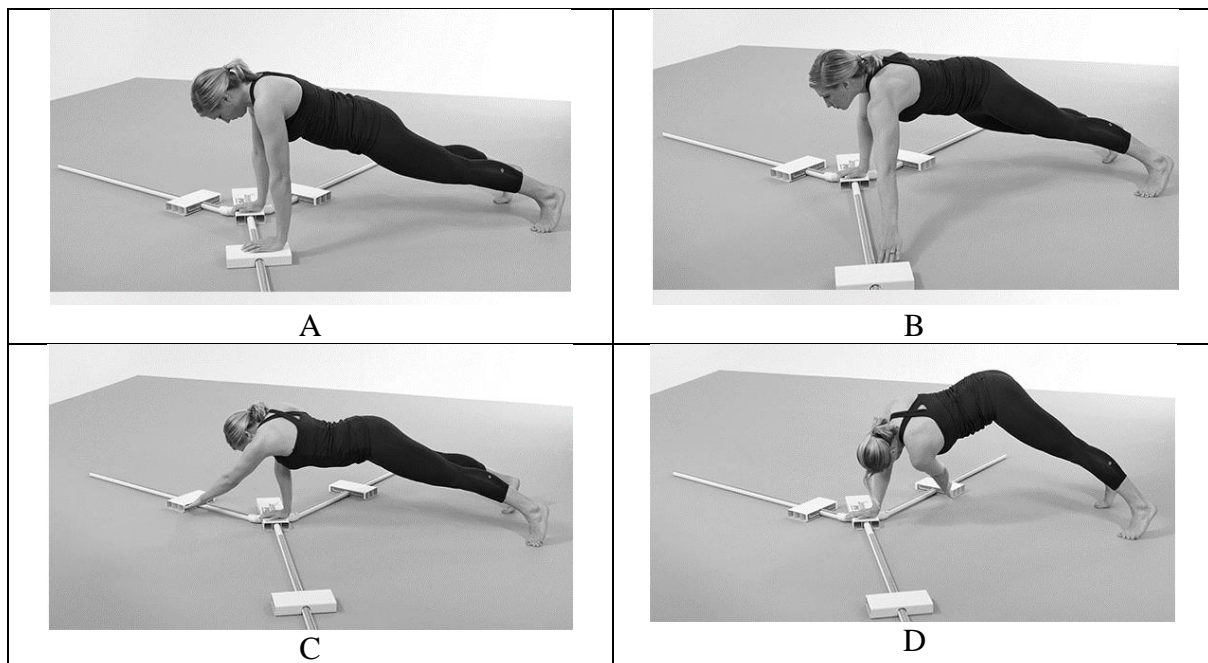
Obstaja več postopkov ocenjevanja zmogljivosti mišic trupa, zato menimo, da bi v prihodnjih raziskavah lahko proučevali povezavo med različnimi načini ocenjevanja zmogljivosti mišic trupa in YTZU. Pomembno bi bilo tudi proučiti povezanost vzdržljivosti mišic trupa z izvedbo YTZU pri različnih populacijah glede na starost, ukvarjanje s specifičnimi športi, stopnjo telesne pripravljenosti ter po predhodni poškodbi in/ali okvari ZU. Tudi za razumevanje, ali so asimetrije med enim in drugim ZU napovedovalci poškodb ZU v prihodnosti, bi bilo treba izvesti dodatne raziskave.

LITERATURA

1. Guirelli AR, dos Santos JM, Cabral EMG, Pintom JPC, De Lima GA, Felicio LR (2021). Relationship between upper limb physical performance tests and muscle strength of scapular, shoulder, and spine stabilizers: across-sectional study. *J Body Movet Therp* 27(8): 612–19. <https://doi.org/10.1016/J.JBMT.2021.05.014>
2. Westrick RB, Miller JM, Carow, SD, Gerber, JP (2012). Exploration of the Y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *Int J Sport Phys Therp* 7(2): 139–47.
3. Gorman PP, Butler RJ, Plisky PJ, Kiesel KB (2012). Upper quarter Y balance test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *J Stren Cond Reses* 26(11): 3043–48. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3182472FDB>.
4. Zarei M, Eshghi, S, Hosseinzadeh, M (2021). The effect of a shoulder injury prevention programme on proprioception and dynamic stability of young volleyball players: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 13: 71 <https://doi.org/10.1186/S13102-021-00300-5>.
5. Sciascia A, Thigpen C, Namdari S, Baldwin K (2012). Kinetic chain abnormalities in the athletic shoulder. *Sport Med Arthrt Rev* 20 (1): 6–21. <https://doi.org/10.1097/JSA.0B013E31823A021F>.
6. Bauer J, Gruber M, Muehlbauer T (2022). Correlations between core muscle strength endurance and upper-extremity performance in adolescent male sub-elite handball players. *Frontr Sports Act Living* 4. <https://doi.org/10.3389/FSPOR.2022.1050279>.
7. Bashir SF, Nuhmani S, Dhal L, Muaidi QI (2019). Effect of core training on dynamic balance and agility among Indian junior tennis players. *J Back and Muscul Rehab* 32(2): 245–52. <https://doi.org/10.3233/BMR-170853>.
8. McCausland C, Sawyer E, Eovaldi, BJ, Varacallo, M (2022). Anatomy, shoulder and upper limb, shoulder muscles. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534836/>.
9. Warner JJP, Deng XH, Warren, RF, Torzilli P (1992). Static capsuloligamentous restraints to superior-inferior translation of the glenohumeral joint. *Am J Sport Med* 20(6): 675–85. <https://doi.org/10.1177/036354659202000608>.
10. Joshi S, Sathe T (2018). Correlation between grip strength and scapular muscle. *Int J Adv Res Innov Ideas Educ* 4 (3): 2111–7.
11. Horsley I, Herrington L, Hoyle R, Prescott E, Bellamy N (2016). Do changes in hand grip strength correlate with shoulder rotator cuff function? *J Shoulder Elb.* 2016; 8(2): 124–9.
12. Turabi, R., Horsely, I., Birch, H. et al (2022). Does grip strength correlate with rotator cuff strength in patients with atraumatic shoulder instability? *Bull Fac Phys Ther* 27: 1. <https://doi.org/10.1186/s43161-021-00059-3>.
13. Williamson JD, Lawson BL, Sigley D, Nasypany A, Baker, RT (2019). Intra- and inter-rater reliability for limb length measurement and trial error assessment of the upper quarter Y balance test in healthy adults. *Inter J Sports Phys Therp* 14(5): 707–24. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190707>.
14. Mullaney MJ, McHugh P, Johnson C P, Tyler TF (2010). Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. *Phys Theor Pract* 26(5): 327–33. <https://doi.org/10.3109/09593980903094230>.
15. Chamorro C, Arancibia M, Trigo B, Arias-Poblete L, Jerez-Mayorga D (2021). Absolute reliability and concurrent validity of hand-held dynamometry in shoulder rotator strength assessment: systematic review and meta-analysis. *IJERPH* 18 (17): 9293. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18179293>.
16. Bellace JV, Healy D, Besser MP, Byron T, Hohman L (2000). Validity of the dexter evaluation system's Jamar dynamometer attachment for assessment of hand grip strength in a normal population. *J Hand Ther* 13(1): 46–51. [https://doi.org/10.1016/s0894-1130\(00\)80052-6](https://doi.org/10.1016/s0894-1130(00)80052-6).
17. Jakovljević M, Hlebš S (2017). Meritve obsega gibljivosti sklepov, obsegov in dolžin udov. *Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani*, 22–23.
18. Tong K, Shing W, Nie J (2014). Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Phys Therp Sport* 15(3): 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.03.003>.

19. Chen ZR, Tsai WC, Huang SF, Li TY, Song CY (2022). Classification of plank techniques using wearable sensors. *Sensors (Basel, Switzerland)* 22: 12. <https://doi.org/10.3390/S22124510>.
20. Ikeda Y, Kijima K, Kawabata K, Fuchimoto T, Ito A (2007). Relationship between side medicine-ball throw performance and physical ability for male and female athletes. *Eur J Appl Physiol* 99(1): 47–55. <https://doi.org/10.1007/S00421-006-0316-4>.
21. Gillet B, Begon M, Diger M, Berger-Vachon C, Rogowski I (2018). Shoulder range of motion and strength in young competitive tennis players with and without history of shoulder problems. *Phys Ther Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine* 31(4): 22–8. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2018.01.005>.
22. Nuhmani S (2022). Correlation between core stability and upper-extremity performance in male collegiate athletes. *Medicina (Lithuania)* 58(8): 44–9. <https://doi.org/10.3390/MEDICINA58080982>.
23. Richardson CA, Jull GA (1995). Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Man Therap* 1 (1): 2–10. <https://doi.org/10.1054/MATH.1995.0243>.
24. Watkins G, Uppal GS, Perry J, Pink M, Dinsay JM (1996). Dynamic electromyographic analysis of trunk musculature in professional golfers. *Am J Sports Med* 2(4): 535–38. <https://doi.org/10.1177/036354659602400420>.
25. Takahashi J, Nishiyama T, Matsushima Y (2017). Does grip strength on the unaffected side of patients with hemiparetic stroke reflect the strength of other ipsilateral muscles? *J Phys Ther Sci* 29(1): 64–6. <https://doi.org/10.1589/JPTS.29.64>.
26. Zaccagni L, Toselli S, Bramanti B, Gualdi-Russo E, Mongillo J, Rinaldo N (2020). Handgrip strength in young adults: association with anthropometric variables and laterality. *IJERPH* 17 (12): 4273. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17124273>.
27. Garrido-Chamorro RP, Sirvent-Belando JE, Gonzalez-Lorenzo M, Martin-Carratala ML, Roche E (2009). Correlation between body mass index and body composition in elite athletes. *J Sports Med and Phys Fit* 49(3): 278–84.
28. Shanley E, Rauh M J, Michener LA, Ellenbecker TS, Garrison JC, Thigpen CA (2011). Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *Am J Sports Med* 39(9): 1997–2006. <https://doi.org/10.1177/0363546511408876>.
29. Crockett HC, Gross LB, Wilk KE, Schwartz M L, Reed J, O'Mara J, Reilly MT, Dugas JR, Meister K, Lyman S, Andrews JR (2002). Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* 3(1): 20–6. <https://doi.org/10.1177/03635465020300011701>.
30. Pizzigalli L, Cremasco MM, La Torre A, Rainoldi A, Benis R (2016). Hand grip strength and anthropometric characteristics in Italian female national basketball teams. *J Sports Med Phys Fit* 57(4): 521–28. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06272-1>.
31. Haynes E, DeBeliso M (2019). The relationship between CrossFit performance and grip strength. *Turk J Kin* 5(1): 15–21. <https://doi.org/10.31459/turkjin.515874>.
32. Sporrang H, Palmerud G, Herberts P (1996). Hand grip increases shoulder muscle activity: an EMG analysis with static hand contractions in 9 subjects. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 67(5): 485–90. <https://doi.org/10.3109/17453679608996674>.
33. Taylor JB, Wright AA, Smoliga JM, DePew JT, Hegedus EJ (2016). Upper extremity physical performance tests in college athletes. *J Sport Rehab* 25: 146–54. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0296>.
34. Borms D, Cools A (2018). Upper-extremity functional performance tests: reference values for overhead athletes. *Int J Sports Med* 39(6): 433–41. <https://doi.org/10.1055/a-0573-1388>.

Priloga 1: Izvedba testa Y-testa ravnotežja za zgornji ud



Slika 4: Izvedba testa Y-testa ravnotežja za zgornji ud – A: izhodiščni/začetni položaj, B: medio-lateralna smer, C: supero-lateralna smer, D: infero-lateralna smer (pridobljeno na: <https://www.philplisky.com/blog/Y-Balance-Test-Upper-Quarter-Reliability-Normative-Data>)