

## Skladnost šestminutnega testa hoje in Queen's College testa stopanja pri oceni $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ zdravih mladih oseb

### Agreement between $\dot{V}O_{2\text{max}}$ estimated from six-minute walk test and Queen's College step test in healthy young adults

Jerca Antončič<sup>1</sup>, Miroljub Jakovljević<sup>1</sup>, Maja Petrič<sup>1</sup>

#### IZVLEČEK

**Uvod:** Kardiorespiratorna vzdržljivost je pomemben kazalnik telesnega zdravja. Ocenjujemo jo z vrednostjo maksimalne porabe kisika. Namen raziskave je bil preveriti skladnost šestminutnega testa hoje in Queen's College testa stopanja pri določanju vrednosti maksimalne porabe kisika zdravih mladih odraslih. **Metode:** Sodelovalo je 32 zdravih mladih odraslih (povprečna starost (standardni odklon) 22,4 (1,5) leta). Pred testiranjem so bile z vprašalnikom preverjene morebitne kontraindikacije. Preiskovanci so v istem dnevu opravili oba testa. Iz dobjenih rezultatov je bila na podlagi spola in frekvence srčnega utripa izračunana ocena vrednosti maksimalne porabe kisika pri obeh testih, s 15-stopenjsko lestvico občutenja napora pa ocenjen zaznani napor ob izvedbi posameznega testa. Testa sta bila primerjana glede na izračunano oceno vrednosti maksimalne porabe kisika in oceno zaznanega napora. **Rezultati:** Povprečna maksimalna poraba kisika je pri šestminutnem testu hoje znašala 44,15 (4,84) ml/kg/min, pri Queen's College testu stopanja pa 42,15 (8,34) ml/kg/min. Povprečna razlika maksimalne porabe kisika med testoma (2,01 (6,74) ml/kg/min) ni presegla vnapij določene največje sprejemljive razlike 3,00 ml/kg/min. **Zaključki:** Kljub primerljivosti izračunane ocene maksimalne porabe kisika med testoma je bilo ugotovljeno, da testa nista zamenljiva pri določanju vrednosti maksimalne porabe kisika.

**Ključne besede:** kardiorespiratorna vzdržljivost, telesna dejavnost, maksimalna poraba kisika, frekvenca srčnega utripa, ocena zaznanega napora.

#### ABSTRACT

**Background:** Cardiorespiratory endurance is an important indicator of physical health, commonly measured as maximum oxygen uptake. The purpose of this study was to assess whether an agreement exists between  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  estimated from the 6-minute walk test and the Queen's College step test in healthy young adults. **Methods:** 32 healthy young adults (mean age (standard deviation) 22.4 (1.5) years) completed a questionnaire to check for contraindications before participating in both tests on the same day. Based on the obtained results, the estimated maximal oxygen consumption for each test was calculated using sex and heart rate data. Additionally, the perceived exertion for each test was evaluated using the 15-category perceived exertion scale. The tests were compared based on the estimated maximum oxygen uptake and perceived exertion estimations. **Results:** The mean maximum oxygen uptake in the 6-minute walk test was 44.15 (4.84) ml/kg/min and in the Queen's College step test was 42.15 (8.34) ml/kg/min. The mean difference maximum oxygen uptake between tests (2.01 (6.74) ml/kg/min) did not exceed maximum acceptable difference of 3.00 ml/kg/min determined a priori. **Conclusions:** Although the estimated calculation showed comparable maximum oxygen uptake values between the two tests, they were not interchangeable.

**Key words:** cardiorespiratory endurance, physical activity, maximum oxygen uptake, heart rate, perceived exertion rating.

---

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana

**Korespondenca/Correspondence:** Jerca Antončič, dipl. fiziot.; e-pošta: jerca.antoncic@gmail.com

Prispelo: 29. 08. 2024

Sprejeto: 18. 04. 2025

## UVOD

Telesna dejavnost (TD) je opredeljena kot gibanje telesa, ki ga izvedejo skeletne mišice in za katerega je potrebna poraba energije ter se lahko izvaja z različno intenzivnostjo (1). Redna TD spodbuja in varuje tako duševno kot telesno zdravje (2) ter prispeva k preprečevanju in obvladovanju nenalezljivih bolezni (3). Za izvajanje dejavnosti vsakodnevnega življenja sta potrebni neki stopnji mišične zmogljivosti in vzdržljivosti kardiorespiratornega sistema (4). Kardiorespiratorna vzdržljivost (KRV) se nanaša na sposobnost srca in pljuč, da med neprekinjeno TD dovajajo kisik delujočim mišicam, kar je pomemben kazalnik telesnega zdravja (5).

Zlati standard za določanje KRV je merjenje maksimalne porabe kisika ( $\dot{V}O_{2maks}$ ) (6). Navadno se  $\dot{V}O_{2maks}$  meri neposredno z analizo vdihanih in izdihanih dihalnih plinov v laboratorijskem okolju med maksimalnim naporom in se izraža kot največja količina kisika, ki jo posameznik lahko porabi v eni minuti na kilogram telesne mase (ml/kg/min) med intenzivnim telesnim naporom. Neposredno merjenje porabe kisika je metodološko zahtevno in zamudno, zato lahko KRV ocenimo tudi na podlagi frekvence srčnega utripa (fSU) (5). Glede na definicijo Svetovne zdravstvene organizacije je  $\dot{V}O_{2maks}$ , ki je dosežen med stopnjevano telesno obremenitvijo do prostovoljne izčrpanosti, najboljši kazalnik KRV. Teste, ki se uporabljajo za merjenje KRV, delimo na maksimalne in submaksimalne aerobne teste (7).

Šestminutni test hoje (angl. 6-minute walk test – 6MWT) (8) je submaksimalni test KRV in je najpogostejše uporabljen test hoje, s katerim na podlagi razdalje, prehojene v šestih minutah, določimo KRV (7). Pogosto se uporablja za merjenje telesne zmogljivosti pri številnih boleznih, ki prizadenejo mlade odrasle (9). Prednosti 6MWT za uporabo v kliničnem okolju so, da je preprost in hiter za izvedbo, potrebno je malo opreme, minimalno strokovno znanje preiskovalca (10), je cenejši, manj invaziven in se zlahka ponavlja (9). Veljavnost 6MWT je bila preverjena pri ljudeh različnih starosti in zdravstvenih stanj, vendar so si rezultati raziskav nasprotujoči. Poleg tega ostaja nejasno, ali je 6MWT veljaven za ocenjevanje  $\dot{V}O_{2maks}$  pri mladih in zdravih posameznikih. Čeprav so bili enostopenjski testi stopanja in 6MWT že prej

validirani, niso bili primerjani med seboj in z dejanskimi izmerjenimi vrednostmi  $\dot{V}O_{2maks}$  pri istih udeležencih (11).

Primer submaksimalnega aerobnega testa stopanja za posredno oceno  $\dot{V}O_{2maks}$  je Queen's College test stopanja (angl. Queen's College step test – QCT) (12). Njegovo veljavnost za napoved  $\dot{V}O_{2maks}$  so prvi dokazali McArdle in sodelavci (13). QCT je test, pri katerem preiskovanec tri minute stopa na pručko in z nje, s čimer dosežemo vključitev velikih mišičnih skupin (12). Končni rezultat testa je izračunana vrednost  $\dot{V}O_{2maks}$  po obremenitvi, in sicer na podlagi izmerjene fSU po koncu testa in spola preiskovanca (14). Za izvedbo testa sta potrebna minimalna oprema in minimalno strokovno znanje preiskovalca, enostavno ga je izvesti v omejenih notranjih prostorih (7). V praksi, na primer v preventivnih programih testiranja telesne pripravljenosti Nacionalnega inštituta za javno zdravje, se za testiranje KRV uporabi en ali drugi test; odvisno od posamezne skupine udeležencev teh preventivnih testiranja telesne pripravljenosti (14).

Shah (15) je v svoji raziskavi ugotovila, da QCT bolje oceni vrednosti  $\dot{V}O_{2maks}$  kot 6MWT pri bolnikih po perkutani transluminalni koronarni angioplastiki in da je QCT zahtevnejši od 6MWT, čeprav sta oba testa submaksimalna. To potrjujejo tudi ugotovitve, da so povečanje fSU, frekvence dihanja in zaznane stopnje napora po QCT bistveno večji kot po 6MWT. Podobno navajajo tudi Narkhede in sodelavci (16), ki so ugotovili statistično značilno razliko v oceni  $\dot{V}O_{2maks}$  ( $p = 0,0089$ ) med QCT in 6MWT. Pomembna razlika v oceni  $\dot{V}O_{2maks}$  kaže, da je QCT zahtevnejši test v primerjavi s 6MWT, čeprav sta oba submaksimalna. To potrjuje tudi ugotovitev, da je povečanje fSU, frekvence dihanja in krvnega tlaka po QCT statistično značilno večje kot po 6MWT. Glavna ugotovitev njihove raziskave pa je, da QCT bolje ocenjuje  $\dot{V}O_{2maks}$  kot 6MWT pri zdravih mladih ženskah (16). Rezultati raziskave, ki so jo izvedli Hong in sodelavci (11), so potrdili, da so 3-minutni test stopanja z višino stopnice 20,3 cm, 3-minutni test stopanja z višino stopnice 30 cm in 6MWT veljavne metode za oceno  $\dot{V}O_{2maks}$  v populaciji mladih in zdravih odraslih.

6MWT in QCT se torej pogosto uporabljata za izračun  $\dot{V}O_{2maks}$ , vendar je raziskav, ki bi primerjale njuno skladnost pri izračunu  $\dot{V}O_{2maks}$ , malo. Zato je bil namen raziskave preveriti skladnost testov 6MWT in QCT pri določanju ocene  $\dot{V}O_{2maks}$  pri zdravih mladih odraslih oseb. Postavili smo dve hipotezi. Prva je bila, da sta testa skladna pri določanju vrednosti  $\dot{V}O_{2maks}$ , druga pa, da sta testa skladna glede na oceno napora ob izvedbi posameznega testa.

## METODE

Raziskavo, ki je potekala v prostorih Zdravstvene fakultete Univerze v Ljubljani, je odobrila Komisija Republike Slovenije za medicinsko etiko (št. 0120-549/2023-2711-6).

## Preiskovanci

V raziskavo so bili vključeni zdravi mladi odrasli obeh spolov, stari od 20 do 25 let. Vključitvena merila za raziskavo so bila preverjena z Vprašalnikom o zdravstvenem stanju in telesni dejavnosti (14). Pred začetkom meritev so bili pridobljeni osnovni demografski podatki o preiskovancih. Sodelujoči v raziskavi so bili pridobljeni po principu snežne kepe. Z vsemi zainteresiranimi prostovoljci je bil opravljen pogovor. Posredovane so bile informacije o ustreznih pripravi na testiranje. Čeprav je verjetnost za pojav zdravstvenih zapletov med testiranjem majhna, so sodelujoči v raziskavi prejeli napotke, ki so bili pomembni za zagotavljanje njihove varnosti. Na dan testiranja so bili ustno in pisno seznani z namenom in potekom raziskave. Podpisali so Izjavo o soglasju za prostovoljno sodelovanje pri raziskavi in izpolnili Vprašalnik o zdravstvenem stanju in telesni dejavnosti (14).

## Merilni in testni protokoli

Oba testa sta bila izvedena po protokolih priročnika Testiranje telesne pripravljenosti odraslih oseb (14), pri čemer je testiranje vseh preiskovancev izvedla ena preiskovalka (diplomirana fizioterapevtka). Pri QCT je bil prilagojen proces merjenja srčnega utripa: fSU je bila merjena v 20. sekundi po prenehanju stopanja s pomočjo pulznega oksimetra, ki smo ga namestili na preiskovančev kazalec na desni roki.

Za oceno zaznanega napora ob izvedbi testa 6MWT in QCT je bila uporabljena 15-stopenjska lestvica

občutenja napora (angl. 15-category perceived exertion scale) (17), na kateri ocena 6 pomeni brez napora in ocena 20 največji napor (18).

## Postopek

Na začetku testiranja je bila s pulznim oksimetrom izmerjena fSU v mirovanju. Oba testa so preiskovanci izvedli v istem dnevu. Drugi test je bil izveden takrat, ko je bila po koncu prvega testa spet dosežena fSU v mirovanju. Da bi se izognili vplivu zaporedja izvedbe testov na končni rezultat, je polovica preiskovancev izvedla najprej 6MWT in nato QCT, druga polovica pa je testiranje opravila v obratnem vrstnem redu. Podatki o preiskovancih in rezultati testiranja so bili ažurno dokumentirani z obrazcem, ki je bil pripravljen za vpisovanje rezultatov testiranja.

## Merilna oprema in inštrumenti

Merilna oprema in instrumenti, ki so bili uporabljeni v raziskavi: merilni trak za merjenje razdalje (34–295, Stanley, Tajska), samolepilni barvni trak, kronometer (WT-035, BASETech, Nemčija), štirje stožci, barvni flomaster, merilnik srčnega utripa (pulzni oksimeter) (M170, Mediblink, Kitajska), 15-stopenjska lestvica občutenja napora, pručka višine 41,3 cm in metronom (WMT-230, Cherub Technology, Kitajska).

## Obdelava podatkov in statistične metode

Za vsakega preiskovanca je bila na podlagi doseženih rezultatov pri testih 6MWT in QCT izračunana ocena  $\dot{V}O_{2maks}$ , in sicer s pomočjo naslednjih linearnih enačb.

- izračun  $\dot{V}O_{2maks}$  pri testu 6MWT (10):  

$$\dot{V}O_{2maks} \text{ (ml/kg/min)} = 70,161 + (0,023 \times 6MWT \text{ [m]}) - (0,276 \times \text{telesna masa [kg]}) - (6,79 \times \text{spol, kjer } m = 0, \text{ } \bar{z} = 1) - (0,193 \times \text{fSU v mirovanju [utrip]}) - (0,191 \times \text{starost [l]})$$
- izračun  $\dot{V}O_{2maks}$  pri testu QCT (13):  
 MOŠKI:  $\dot{V}O_{2maks} \text{ (ml/kg/min)} = 111,33 - (0,42 \times \text{fSU});$   
 ŽENSKE:  $\dot{V}O_{2maks} \text{ (ml/kg/min)} = 65,81 - (0,1847 \times \text{fSU});$

pri čemer je fSU frekvenca srčnega utripa; l so leta, m je moški spol, ž je ženski spol.

Analiza podatkov je bila opravljena s programom Excel (Microsoft Corporation, Washington, ZDA) in MedCalc za Windows, verzija 19.4 (MedCalc Software, Ostend, Belgium). Razlike med rezultati testov in ocenami zaznanega napora med testom so bile vrednotene s testom  $t$  za parne vzorce. Povezanost med testi, spolom, starostjo, antropometričnimi podatki in odgovori na vprašanja Vprašalnika o zdravstvenem stanju in telesni dejavnosti je bila vrednotena s Pearsonovim koeficientom korelacije ( $r$ ). Za oceno ujemanja QCT in 6MWT pri izračunu ocene  $\dot{V}O_{2maks}$  je bila uporabljena statistična metoda Blanda in Altmana (19). Glede na ugotovitve avtorjev Rasalove in sodelavcev (20) je bila kot največja sprejemljiva povprečna razlika med izračunom  $\dot{V}O_{2maks}$  pri 6MWT in QCT vnaprej določena vrednost 3 ml/kg/min. Odgovori Vprašalnika o zdravstvenem stanju in telesni dejavnosti so bili analizirani s statističnim testom Mann-Whitney za neodvisne vzorce. Pri vseh testih je bila upoštevana meja statistične značilnosti  $p \leq 0,05$ .

## REZULTATI

V raziskavi je sodelovalo 32 preiskovancev (povprečna starost (standardni odklon) 22,4 (1,5) leta), in sicer 16 moških in 16 žensk. Moški so bili pomembno višji ( $p < 0,0001$ ) in težji ( $p = 0,007$ ). Na podlagi analize rezultatov vprašalnika o zdravstvenem stanju in telesni dejavnosti je bilo ugotovljeno, da je bil vzorec glede na spol

primerljiv, tako po številu moških in žensk kot tudi v ravni telesne dejavnosti.

## Rezultati šestminutnega testa hoje in Queen's College testa stopanja

Prehojena razdalja in ocena zaznanega napora ob izvedbi 6MWT se med spoloma statistično nista razlikovali. Pri 6MWT in QCT je bila pri izračunu  $\dot{V}O_{2maks}$  ugotovljena statistično značilna razlika med spoloma. Tudi pri fSU v 20. sekundi po prenehanju stopanja na pručko pri QCT je bila ugotovljena statistično značilna razlika med spoloma, pri oceni zaznanega napora ob izvedbi QCT pa je ni (preglednica 1).

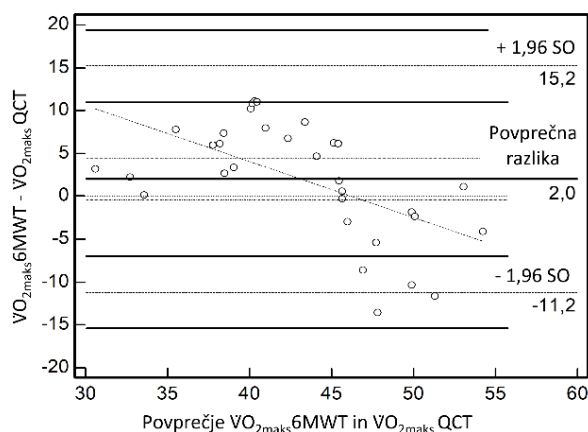
## Skladnost testov pri oceni maksimalne porabe kisika

Povezanost med QCT in 6MWT pri izračunu  $\dot{V}O_{2maks}$  je bila zmerna ( $r = 0,589$ ,  $p < 0,001$ ). Povprečna razlika (angl. mean) med  $\dot{V}O_{2maks}$ -6MWT in  $\dot{V}O_{2maks}$ -QCT za celoten vzorec je bila 2,01 (6,74) ml/kg/min ( $p = 0,102$ ) in ni presegla največje sprejemljive razlike (slika 1). Tolerančni interval (angl. tolerance interval) razlike med izračunoma je bil širok in je znašal 26,4 ml/kg/min. Črta enakosti (angl. line of equality) je bila znotraj tolerančnega intervala povprečne razlike, kar pomeni, da sta izračuna  $\dot{V}O_{2maks}$  pri obeh testih primerljiva. Toda trend je pokazal, da se razlika med metodama poveča, če se povprečje obeh metod poveča. Pri velikih vrednostih daje izračun na podlagi 6MWT v splošnem nižjo vrednost.

Preglednica 1: Rezultati analize šestminutnega testa hoje in Queen's College testa stopanja

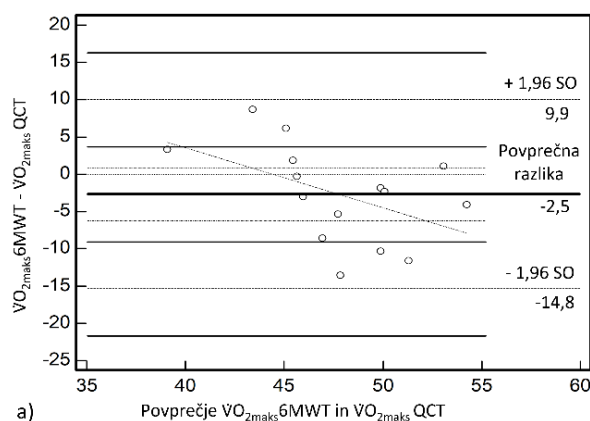
|                               |                                                     | Skupaj         | Moški          | Ženske         | P        |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| Šestminutni test hoje         | Prehojena razdalja (m)<br>$\bar{x}$ (SO)            | 716,2 (70,1)   | 737,1 (79,9)   | 695,3 (56,3)   | 0,097    |
|                               | Ocena zaznanega napora<br>(točke)<br>$\bar{x}$ (SO) | 9,8 (2,4)      | 9,7 (3,0)      | 9,8 (1,9)      | 0,889    |
|                               | $\dot{V}O_{2maks}$ (ml/kg/min)<br>$\bar{x}$ (SO)    | 44,2 (4,8)     | 46,4 (3,6)     | 42,0 (5,1)     | 0,008    |
| Queen's College test stopanja | fSU <sub>20</sub> (utripi/min)<br>$\bar{x}$ (SO)    | 156,56 (17,98) | 148,81 (14,32) | 164,31 (18,87) | 0,0138   |
|                               | Ocena zaznanega napora<br>(točke)<br>$\bar{x}$ (SO) | 11,94 (2,99)   | 11,56 (2,58)   | 12,31 (3,48)   | 0,4938   |
|                               | $\dot{V}O_{2maks}$ (ml/kg/min)<br>$\bar{x}$ (SO)    | 42,15 (8,34)   | 48,83 (6,01)   | 35,46 (3,49)   | < 0,0001 |

$\bar{x}$  – povprečje, SO – standardni odklon,  $\dot{V}O_{2maks}$  – maksimalna poraba kisika, fSU<sub>20</sub>, – frekvenca srčnega utripa v 20. sekundi po prenehanju stopanja na pručko, P – verjetnost.

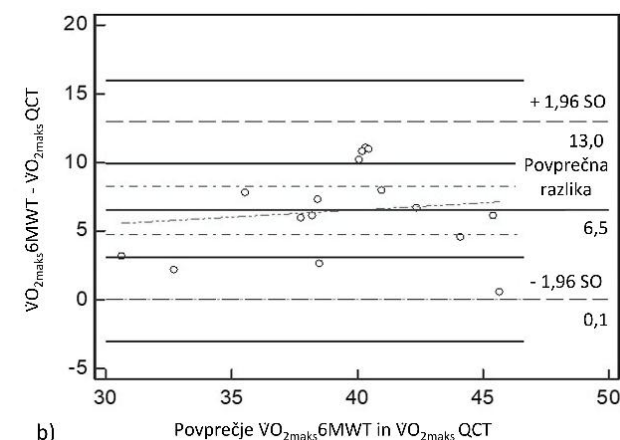


Slika 1: Grafikon Blanda in Altmana za primerjavo izračuna  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  na podlagi 6MWT in QCT za vse udeležence

Povezanost med QCT in 6MWT pri izračunu  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  pri moških je bila zmerna ( $r = 0,434$ ,  $p = 0,201$ ). Povprečna razlika med  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ -6MWT in  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ -QCT je bila  $-2,48$  (6,31) ml/kg/min ( $p =$



a)



b)

Slika 2: Grafikon Blanda in Altmana za primerjavo izračuna  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  na podlagi 6MWT in QCT za moške (a) in ženske (b)

### Primerjava ocen zaznanega napora ob izvedbi šestminutnega testa hoje in Queen's College testa stopanja

Povprečna ocena zaznanega napora ob izvedbi 6MWT je za celoten vzorec znašala 9,75 (2,44), ob izvedbi QCT pa 11,94 (2,99). Povprečna razlika med zaznanim naporom ob izvedbi testa je znašala 2,19 (0,69) in je bila statistično značilna ( $p = 0,0025$ ), kar pomeni, da je obstajala razlika med zaznanim naporom ob izvedbi 6MWT in QCT. Povezanost med QCT in 6MWT pri občutenju napora je bila srednja oziroma zmerna ( $r = 0,51$ ).

0,102) in ni presegla največje sprejemljive razlike (slika 2a). Tolerančni interval razlike med izračunoma je bil širok in je znašal 24,7 ml/kg/min. Črta enakosti je bila znotraj intervala zaupanja povprečne razlike, kar pomeni, da sta izračuna  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  obeh testov primerljiva. Trend je pokazal, da se razlika med metodama poveča, če se povprečje obeh metod poveča. Pri velikih vrednostih daje izračun na podlagi 6MWT v splošnem nižjo vrednost.

Povezanost med QCT in 6MWT pri izračunu  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  za ženske je bila močna ( $r = 0,754$ ,  $p < 0,001$ ). Povprečna razlika je presegla največjo sprejemljivo razliko, saj je znašala 6,49 (3,34) ml/kg/min ( $p < 0,0001$ ) (slika 2b). Tolerančni interval razlike med izračunoma je bil ožji in je znašal 12,9 ml/kg/min. Črta enakosti je bila za malenkost nad mejo intervala zaupanja povprečne razlike, kar kaže na pomembno pristranskost. Trend ni pokazal bistvene razlike med metodama.

### RAZPRAVA

Cilj raziskave je bil preveriti skladnost 6MWT in QCT pri izračunu ocene vrednosti  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  in oceni zaznanega napora ob izvedbi testov. Čeprav sta bila testa zmerno povezana tako pri določanju vrednosti  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  ( $r = 0,59$ ) kot tudi pri oceni zaznanega napora ( $r = 0,51$ ), postavljenih hipotez ne moremo sprejeti, saj testa nista skladna pri določanju  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  in oceni zaznanega napora.

Moški in ženske so glede na normativne vrednosti prehojene razdalje pri 6MWT (14) v povprečju

prehodili razdaljo, ki jo lahko ocenimo z oceno 3/3 oziroma nadpovprečno. Pearsonova korelacija je pokazala zmerno korelacijo med prehojeno razdaljo in izračunom  $\dot{V}O_{2maks}$  ( $r = 0,62$ ), do podobne ugotovitve pa so prišli tudi Burr in sodelavci (10). To nakazuje, da je 6MWT lahko uporaben za razlikovanje stopnje telesne pripravljenosti. V naši raziskavi je bil ocenjen tudi zaznani napor ob izvedbi testa, a je analiza pokazala šibko povezanost ocene napora z izračunom  $\dot{V}O_{2maks}$ -6MWT ( $r = -0,39$ ). Telesne lastnosti, kot so nižja telesna višina, večja telesna masa, višji indeks telesne mase in višja starost, lahko vplivajo na uspešnost 6MWT, zaradi česar se zmanjša ocena  $\dot{V}O_{2maks}$  (20). Glede na normativne vrednosti QCT (14) so moški v povprečju dosegli  $\dot{V}O_{2maks}$ , ki ga lahko ocenimo z oceno 5/5, ženske pa z oceno 4/5. Po koncu testa je bil ocenjen zaznani napor, vendar je bila korelacija med naporom in  $\dot{V}O_{2maks}$ -QCT šibka ( $r = -0,34$ ).

Pearsonov koeficient korelacije je pokazal zmerno povezanost med  $\dot{V}O_{2maks}$ -QCT in telesno višino preiskovancev ( $r = 0,58$ ). QCT ima določeno višino pručke (41,3 cm) in ritem korakanja, s tem pa sta določeni višina in frekvenca koraka. Ker se dolžina spodnjih udov pri ljudeh razlikuje, lahko fiksna višina koraka vpliva na uspešnost testa in točnost izračuna  $\dot{V}O_{2maks}$ . Do podobne ugotovitve so prišli tudi Bennett in sodelavci (21), ki navajajo, da korak, ki je za posameznika previsok, pomeni mehansko pomanjkljivost in je zato lahko bolj odvisen od mišične vzdržljivosti kot od KRV. Višina pručke, ki temelji na telesni višini preiskovancev, lahko izboljša veljavnost testa stopanja kot merilo aerobne zmogljivosti. Vendar pa vpliv telesne višine na izračunan  $\dot{V}O_{2maks}$  pri testih stopanja ni povsem jasn (22).

Vrednost  $\dot{V}O_{2maks}$ -QCT (42,15 (8,34) ml/kg/min) naše raziskave je bila v povprečju nižja kot  $\dot{V}O_{2maks}$ -6MWT (44,15 (4,84) ml/kg/min). Do podobne ugotovitve so prišli tudi Rasal in sodelavci (20), ki so primerjali izračun  $\dot{V}O_{2maks}$  pri 6MWT in Chester testu stopanja, kjer so bile vrednosti pri slednjem nižje. Moški so v naši raziskavi v povprečju višji  $\dot{V}O_{2maks}$  dosegli pri QCT, ženske pa pri 6MWT.

Analiza Blanda in Altmana je pokazala, da povprečna razlika med  $\dot{V}O_{2maks}$ -6MWT in  $\dot{V}O_{2maks}$ -QCT za celoten vzorec (2,01 (6,74) ml/kg/min) ni preseгла največje sprejemljive razlike, kar pomeni,

da sta izračuna  $\dot{V}O_{2maks}$  obeh testov primerljiva. Testa sta bila zmerno povezana pri določanju vrednosti  $\dot{V}O_{2maks}$  ( $r = 0,59$ ). Na podlagi širine tolerančnega intervala in trenda pri moških in položaj črte enakosti pri ženskah lahko zaključimo, da testa nista zamenljiva pri določanju vrednosti  $\dot{V}O_{2maks}$ .

Hipoteze 1 glede na dobljene rezultate ne moremo sprejeti. Razlog za to sta lahko dve poglavitni razliki med testoma. Prva je, da 6MWT natančno odraža vsakdanjo obliko gibanja – hojo, QCT pa vključuje stopanje na pručko, ki je povezano z večjo splošno utrujenostjo, utrujenostjo nog in dispnejo (20). Druga velika razlika med testoma je ritem izvedbe testa. Pri 6MWT si preiskovanec sam izbere hitrost hoje in jo lahko med testiranjem tudi spreminja. Navodila, ki jih prejme, namreč ne določajo natančno, kako hitro naj preiskovanec hodi. Dojemanje »hitre« hoje pa je pristransko. Tako lahko preiskovanec sproti prilagaja svoj napor in ni nujno, da doseže svoje submaksimalno aerobno območje vadbe. Pri QCT je ritem testa zunanji, saj stopanje na pručko poteka skladno z vsiljenim ritmom metronoma. Tako dosežemo konstanten ritem izvedbe testa skozi celoten obseg njegovega trajanja. Skladno s tem je upravičeno vprašljiva primerjava zahtevnosti teh dveh testov. Shah (15) v svoji raziskavi navaja, da so višje vrednosti  $\dot{V}O_{2maks}$ -QCT posledica konstantnega tempa med izvedbo testa, saj preiskovanec doseže svojo submaksimalno raven brez možnosti lastnega uravnavanja tempa.

Preiskovanci so med izvedbo testiranja večkrat povedali, da se jim QCT zdi bolj naporen. Pozneje je analiza primerjave ocen zaznanega napora ob izvedbi testa pokazala, da so preiskovanci QCT ocenili kot pomembno bolj naporen test ( $p = 0,0025$ ). S tem hipotezo 2 zavrnilo, čeprav sta se testa izkazala za zmerno povezana. Naš rezultat je skladen z ugotovitvami Narkhedejeve in sodelavcev (16), ki so prav tako ugotovili, da je QCT zahtevnejši od 6MWT.

Oba testa sta preprosta, praktična in veljavna za oceno  $\dot{V}O_{2maks}$ , vendar se izračun  $\dot{V}O_{2maks}$  ocenjen s 6MWT in QCT, ne ujema, zato ju ne moremo uporabljati izmenično. Prednost QCT je, da za njegovo izvedbo ne potrebujemo velikega prostora, vendar pa je bolj intenziven. Oba testa je zato treba uporabljati neodvisno, ob upoštevanju ravni telesne

pripravljenosti preiskovancev, specifičnosti testiranja, individualne spremenljivosti in razpoložljivega prostora.

Omejitvi raziskave sta bili majhen vzorec preiskovancev in majhna starostna razlika zajetih preiskovancev. V raziskavo bi bilo treba vključiti še merjenje fSU med izvedbo 6MWT, saj bi potem lahko primerjali vrednost fSU po koncu obeh testov. Prav tako bi bilo smiselno primerjati izračun  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  med QCT in še enim izmed testov stopanja ter preveriti tudi vpliv višine prčke in telesne višine preiskovanca na izračun  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ . V nadaljnjih raziskavah bi bilo tako smiselno povečati vzorec ter zajeti preiskovance različnih starostnih skupin in preveriti, ali sta testa res zamenljiva pri določanju vrednosti maksimalne porabe kisika le za moške. Kljub omejitvam v raziskavi so rezultati raziskave dobra osnova za nadaljnje raziskovanje primerljivosti rezultatov obeh testov.

## ZAKLJUČKI

V naši raziskavi sta nas zanimali skladnost 6MWT in QCT pri določanju ocene  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$  in skladnost ocene napora ob izvedbi posameznega testa. Ugotovili smo, da se vrednost  $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ , ki jo ocenimo z enim ali drugim testom, pomembno razlikuje. Prav tako testa nista skladna glede na oceno napora, saj je 6MWT manj naporen. Ključna prednost naše raziskave je, da je to ena izmed prvih raziskav, s katero sta bila primerjana 6MWT in QCT. Ker je skladnost med omenjenima testoma slabše raziskana, so na tem področju potrebne nadaljnje raziskave.

## LITERATURA

1. World Health Organization (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization.
2. World Health Organization (2022). Global status report on physical activity 2022. World Health Organization.
3. World Health Organization (2021). Physical activity fact sheet. World Health Organization.
4. Puh U, Jakovljević M, Kacin A (2013). Novi fizioterapevtski postopki za vzdrževanje ali ponovno vzpostavitev optimalnega gibanja in funkcijskih sposobnosti pacientov. Rehabilitacija XII (Suppl 1): 112–20.
5. Cheng JC, Chiu CY, Su TJ (2019). Training and evaluation of human cardiorespiratory endurance based on a fuzzy algorithm. Int J Environ Res Public Health 16(13): 2390.
6. Institute of Medicine (2012). Fitness measures and health outcomes in youth. Washington: The National Academies Press.
7. Raghuvver G, Hartz J, Lubans DR, Takken T, Wiltz JL, Mietus-Snyder M, Perak AM, Baker-Smith C, Pietris N, Edwards NM, American Heart Association Young Hearts Athero, Hypertension and Obesity in the Young Committee of the Council on Lifelong Congenital Heart Disease and Heart Health in the Young (2020). Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation, 142(7): e101–e18.
8. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med, 166(1): 111–7.
9. Halliday SJ, Wang L, Yu C, Vickers BP, Newman JH, Fremont RD, Huerta LE, Brittain EL, Hemnes AR (2020). Six-minute walk distance in healthy young adults. Respir Med, 165: 105933.
10. Burr JF, Bredin SSD, Faktor MD, Warburton DER (2011). The 6-minute walk test as a predictor of objectively measured aerobic fitness in healthy working-aged adults. Phys Sportsmed, 39(2): 133–9.
11. Hong S, Yang H, Kim D-I, Gonzales T, Brage S, Jeon J (2019). Validation of submaximal step tests and the 6-min walk test for predicting maximal oxygen consumption in young and healthy participants. Int J Environ Res Public Health, 16(23): 4858.
12. Chatterjee S, Chatterjee P, Bandyopadhyay A (2005). Validity of Queen's College step test for estimation of maximum oxygen uptake in female students. Indian J Med Res, 121(1): 32–35.
13. McArdle WD, Katch FI, Pechar GS, Jacobson L, Ruck S (1972). Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. Med Sci Sports Exerc, 4(4): 182–6.
14. Jakovljević M, Knific T, Petrič M (2017). Testiranje telesne pripravljenosti odraslih oseb: priročnik za preiskovalce. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje.
15. Shah A (2024). Comparison of  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  values estimated from six-minute walk test and Queen's College step test in percutaneous transluminal coronary angioplasty patients. Int J Sci Res, 12(3): 1–5.
16. Narkhede PR, Jaimala S, Amita M (2014). Comparison of maximal oxygen consumption values estimated from six-minute walk test and Queens College step test. Indian J Physiother Occup Ther, 8(1): 154–8.
17. Borg GA (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc, 14(5): 377–81.

18. Lončar T (2021). Ponovljivost meritev srčne frekvence in ocen občutenega napora med telesno dejavnostjo. Magistrsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta.
19. Bland JM, Altman DG (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1(8476): 307–10.
20. Rasal SS, Bhandare SA, Iyer S (2022). Agreement between  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  estimated from six-minute walk test and Chester step test in normal adults. *World J Adv Res Rev*, 15(01): 18–30.
21. Bennett H, Parfitt G, Davison K, Eston R (2016). Validity of submaximal step tests to estimate maximal oxygen uptake in healthy adults. *Sports Med*, 46(5): 737–50.
22. Molanouri Shamsi M, Agha-Alinejad H, Ghaderi M, Badrabadi KT (2011). Queen's College step test predicted  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ : the effect of stature. *Ann Biol Res*, 2(6): 371–7.