



**Maša Doler,
Aleš Filipčič, Maja Pajek**

Učinek vadbe pilatesa na razvoj stabilizatorjev trupa pri mladih badmintonistih

Izvleček

Namen raziskave je bil ugotoviti, ali 10-tedenski program vadbe pilatesa vpliva na izboljšanje stabilnosti trupa in natančnosti izvedbe tolčene žoge pri mladih igralcih badmintona. V raziskavo je bilo vključenih 20 mladih igralcev iz Badmintonskega kluba Mladost Lendava, starih 12–15 let. Študijo smo izvedli v obliki intervencijske raziskave z začetno in končno meritvijo stanja. Udeleženci so deset tednov po štirikrat na teden pred začetkom badmintonskega treninga izvajali 20-minutno vadbo pilatesa. Stabilnost trupa smo ocenjevali z uporabo McGillovih preizkusov (PUT, PSMT desna, PSMT leva in PIH), natančnost udarca pa z mersko nalogo uspešnosti forhend tolčene žoge. Rezultati so pokazali statistično značilno izboljšanje stabilnosti trupa in izrazito povečanje natančnosti pri izvedbi tolčene žoge po končanem programu vadbe pilatesa. Velikost učinkov je bila precejšnja, kar potrjuje praktično pomembnost ugotovitev. Kljub temu analiza linearne regresije ni potrdila statistično značilnega vpliva izboljšanja stabilnosti trupa na izboljšanje natančnosti udarca, kar pomeni, da na natančnost vplivajo tudi drugi dejavniki. Z raziskavo smo želeli prispevati k učinkovitejšemu oblikovanju dopolnilnih trenajznih programov za mlade badmintoniste. Ugotovitve potrjujejo uporabno vrednost pilatesa kot varne, dostopne in učinkovite oblike vadbe za krepitev stabilizatorjev trupa ter izboljšanje natančnosti pri izvedbi tolčene žoge pri mladih igralcih badmintona.

Ključne besede: stabilizatorji trupa, pilates, badminton, natančnost, tolčena žoga.



The effect of Pilates programme on the development of core stability in young badminton players

Abstract

The aim of this study was to determine whether a 10-week Pilates training programme improves core stability and stroke accuracy in young badminton players. Twenty players aged 12 to 15 from the Mladost Lendava badminton club took part in the intervention study, which also measured baseline and endpoints. The participants took part in 20-minute Pilates sessions four times a week for 10 weeks before regular badminton training. Core stability was assessed using the McGill Battery (TFT, LMT right, LMT left, TET), and stroke accuracy was measured using the Forehand Smash Stroke Performance Test. The results showed statistically significant improvements in both core stability and stroke accuracy, with very large effect sizes, confirming practical relevance. However, the linear regression analysis did not confirm a statistically significant effect of the improvement in core stability on the improvement in stroke accuracy, suggesting that other factors also influence accuracy. The aim of this study was to contribute to a more effective formulation of complementary training programmes for young badminton players. The results confirm the benefits of Pilates as a safe, accessible and effective form of training to strengthen core stabilisers and improve stroke accuracy in young badminton players.

Keywords: core stability, pilates, badminton, accuracy, smash stroke.

■ UVOD

Badminton je priljubljena oblika pristočasne športne rekreacije. Z vidika vrhunskega športa pa je zahtevna disciplina, ki vključuje dinamične in eksplozivne gibe na razmeroma majhnem prostoru, visoko intenzivnost izmenjav perjanice ter natančnost in tehnično dovršenost udarcev. Badminton zahteva zapleteno kombinacijo tehničnega znanja, taktičnega razumevanja in vrhunske telesne pripravljenosti (Ihsan idr., 2024; Singh idr., 2011; Phomsoupha in Laffaye, 2014; Manrique in González-Badillo, 2003). Šport, ki se je iz pristočasne dejavnosti razvil v priznani olimpijski disciplini, danes spada med najzahtevnejše igre z loparjem ter zahteva celovit in predan pristop k treningu (Ferdiana idr., 2020). Badminton velja za najhitrejši šport z loparjem, saj lahko hitrost perjanice preseže 400 kilometrov na uro. Zanj so značilni izjemno visoka intenzivnost, kratki, a zahtevni intervali ter dinamično, eksplozivno gibanje, pri katerem ima ključno vlogo agilnost nog na omejenem prostoru (Phomsoupha in Laffaye, 2014). Med tekmo igralci izvajajo vrsto kompleksnih in visoko intenzivnih gibov, kot so hitre spremembe smeri, izpadni koraki, skoki, pospeški in udarci iz različnih pokončnih položajev. Premikanje po igrišču vključuje tudi bočne in križne korake z različno stopnjo sile, za kar igralec potrebuje visoko stopnjo nadzora nad telesom (Phomsoupha in Laffaye, 2014). Igralci badmintona morajo biti sposobni takojšnjega odziva na hitro izmenjavo perjanice in stalno spreminjanje se situacije na igrišču (Wong idr., 2019). Igra zato zahteva hitro načrtovanje in izvajanje gibov ter natančen nadzor dinamičnega ravnotežja. To je ključno pri stabilizaciji telesa ob doskoku, izvajanju izpadnih korakov ter hitrih spremembah hitrosti in smeri gibanja trupa. Zaradi teh zahtev morajo biti igralci telesno odlično pripravljeni, zlasti z vidika hitrosti, agilnosti in aerobne vzdržljivosti, ki spadajo med ključne gibalne sposobnosti za uspeh v badmintonu (Mukesh idr., 2021).

Telesna priprava v badmintonu obsega razvoj gibalnih sposobnosti, kot so moč, hitrost, agilnost, vzdržljivost, gibljivost, koordinacija in ravnotežje (Ihsan idr., 2024; Phomsoupha in Laffaye, 2014). Ti dejavniki so pomembno povezani z igralčevo uspešnostjo in neposredno vplivajo na učinkovitost igre (Phomsoupha in

Laffaye, 2014). Med njimi ima moč posebno vlogo, saj posredno prispeva k povečanju hitrosti in vzdržljivosti, kar je bistvenega pomena za izvedbo hitrih udarcev in gibov v tem športu (Karyono idr., 2024). V nadaljevanju bodo podrobneje predstavljene nekatere pomembne gibalne sposobnosti. Moč je eden ključnih dejavnikov uspešnosti v športih z loparjem. Bashir idr. (2022) so v svoji raziskavi poudarili pomen vadbe za moč spodnjih okončin za izboljšanje skokov in hitrega gibanja po igrišču. Eksplozivna moč je tesno povezana z igralno učinkovitostjo v badmintonu. To se neposredno pokaže pri tolčeni žogi, ki od igralca zahteva eksploziven odskok za pravočasen zadetek perjanice v zraku. Za silo udarca pa je odločilna močna aktivacija mišic ramenskega sklepa za izvedbo učinkovitih tolčenih žog in dolge žoge. Poleg tega je bistvena tudi vzdržljivost v moči, saj se takšni visoko intenzivni udarci med igro nenehno ponavljajo (Tiwari idr., 2011). Vadba za moč je pri športih z loparji prepoznana kot sredstvo za izboljševanje zmogljivosti, ohranjanje konkurenčne ravni ter za povečanje natančnosti in kakovosti igre (Liu idr., 2024). Pomeni temeljni del telesne priprave igralcev badmintona, saj je njen glavni namen izboljšati maksimalno in eksplozivno moč za optimalno izvedbo najpomembnejših gibanj v tem športu ter zagotoviti ustrezno stabilnost telesa (Ihsan idr., 2024). Badminton od igralca zahteva hitro reakcijo, sposobnost izvajanja udarcev pri veliki hitrosti in eksplozivno gibanje po igrišču. Te sposobnosti so neposredno povezane s hitrostjo in agilnostjo, ki sta med temeljnimi gibalnimi zahtevami za uspešnost v badmintonu (Wibowo idr., 2025). Hitrost pri igralcih badmintona vpliva na več pomembnih dejavnikov, ki pomembno določajo uspešnost med igro (Ihsan idr., 2024). Dobro razvita gibljivost badmintonistom omogoča učinkovito in ekonomično tehniko udarcev in gibanja po igrišču (Šeme, 2010). Igralci izkoriščajo svojo gibljivost za doseganje perjanice, padce in obrate, s katerimi pokrivajo celotno igrišče. Vadba gibljivosti omogoča bolj tekoče udarce v raztegnjenih položajih in pripomore k večji agilnosti na igrišču (Cinthuja idr., 2015). Prav tako prispeva k razvoju hitrosti, moči in natančnosti pri izvedbi tolčene žoge pri mladih igralcih badmintona (Al-Selmi idr., 2024). Badminton lahko opišemo tudi kot hitro igro z

loparjem, v kateri vrhunski igralci udarjajo perjanico z izjemno hitrostjo in natančnostjo (Asif idr., 2018). Natančnost je zato ključna, če želi igralec usmeriti perjanico z ustrezno močjo v izbrani del nasprotnikovega igrišča, saj lahko že najmanjša napaka vodi v izgubljeno točko. To raven zbranosti mora igralec ohranяти tudi pri največjih telesnih obremenitvah. Zaradi teh zahtev lahko badminton štejemo med tehnično in fizično najzahtevnejše športe (Šeme, 2010). Koordinacija ima pri igranju badmintona ključno vlogo, saj gre za izjemno dinamičen šport, v katerem se igralec nenehno spoprijema z nepredvidljivimi situacijami, ki zahtevajo hitre in usklajene odzive. Omogoča tekoče, hitro in natančno izvajanje udarcev, tudi pri učenju novih tehnik. Koordinacija oko-roka ima ključno vlogo pri sledenju gibanju perjanice. Ta sposobnost omogoča igralcu, da oceni hitrost in smer leta, kar bistveno vpliva na pravočasno odločanje in natančno tehnično izvedbo. Poleg tega je nujna za prepoznavanje vzorcev nasprotnikove igre in sprotno prilagajanje lastne taktike (Donie idr., 2023). Sposobnost vzdrževanja in hitre vnovične vzpostavitve ravnotežnega položaja je ena ključnih gibalnih sposobnosti v badmintonu. Hitre in agresivne perjanice, ki prihajajo z nasprotnikove strani igrišča, pogosto porušijo stabilnost igralca, kar otežuje ustrezno tehnično izvedbo naslednjega udarca. Da bi igralec kljub izgubi ravnotežja lahko nadaljeval igro, mora čim hitreje znova doseči stabilni telesni položaj. Nezmožnost vzpostavitve ravnotežja pomembno vpliva na natančnost, moč in učinkovitost udarca (Šeme, 2010).

V badmintonu je tolčena žoga eden najmočnejših napadalnih udarcev, vključuje uporabo celotne razpoložljive energije in se v večini izvaja v brezpodporni fazi. Pogosto se uporablja za pridobivanje točk ali prisiljevanje nasprotnika v napako. Ta tehnika zahteva visoko stopnjo gibljivosti, eksplozivnosti in natančnega usklajevanja gibov celotnega telesa. Veščina izvajanja tolčene žoge v badmintonu temelji na natančno usklajeni zaporednosti gibov. Gibanje temelji na biomehaniki meta, pri čemer so faze tolčene žoge (priprava, izvedba in zaključek) razvrščene v logično zaporedje. Pri tem se aktivira t. i. kinetična veriga, pri kateri se mišične skupine vključujejo druga za drugo v natančno določenem vrstnem redu. To

načelo temelji na sodelovanju telesnih segmentov, ki morajo delovati časovno popolnoma usklajeno (Akbari idr., 2018).

Vadba za stabilnost trupa lahko pomembno prispeva k izboljšanju sposobnosti živčnega sistema pri organizaciji mišične koordinacije, kar vodi do večje športne učinkovitosti. Brez ustrezne stabilizacije trupa športniki težje nadzorujejo in učinkovito uporabljajo moč celotnega telesa (Luo idr., 2022).

Vadba pilatesa je ena od možnih metod razvoja stabilnosti trupa in ima številne pozitivne učinke na telesno pripravljenost igralcev badmintona. Raziskave so pokazale, da pilates v primerjavi s klasično vadbo vodi do pomembnih izboljšav v moči spodnjih okončin, gibljivosti, ravnotežju in koordinaciji (Preeti idr., 2019). Poleg tega prispeva k boljši vzdržljivosti mišic trupa, večji usklajenosti gibalnih enot in izboljšani dinamični stabilnosti (Preeti idr., 2019; Singh idr., 2018). Prav tako povečuje gibljivost in biomehansko učinkovitost, kar pripomore k zmanjšanju mišične napetosti in optimizaciji izvedbe udarcev (Singh idr., 2018).

Sistematični pregled literature za oceno učinkovitosti vadbe pilatesa med mladostniki, starimi do 22 let, je pokazal pomembne izboljšave v gibljivosti, moči in ravnotežju (Hornsby in Johnston, 2019). V raziskavi na mladostnikih je šesttedenska vadba pilatesa privedla do statistično značilnega povečanja moči upogibalk in iztegovalk trupa. Ti rezultati potrjujejo učinkovitost pilatesa kot metode za krepitev mišic trupa (González-Gálvez idr., 2019).

Namen raziskave je bil ovrednotiti vpliv redne, 10-tedenske vadbe pilatesa na razvoj stabilizatorjev trupa pri mladih igralcih badmintona, pri čemer smo stabilnost trupa merili z uporabo McGillovih preizkusov. Poleg tega smo želeli analizirati učinek vadbe na natančnost izvedbe tolčene žoge in raziskati vpliv stabilnosti trupa na natančnost izvedbe tolčene žoge. V okviru raziskave smo si zastavili tri cilje: (1) ugotoviti učinek vadbe pilatesa na stabilnost trupa s primerjavo rezultatov McGillovih preizkusov pred vadbenim programom in po njem, (2) preveriti, ali se po končani vadbi pilatesa izboljša natančnost pri izvedbi tolčene žoge, in (3) analizirati vpliv stabilizatorjev trupa na natančnost udarca z uporabo linearne regresije.

METODE

Preizkušanci

V raziskavo je bilo vključenih 20 mladih badmintonistov (12 deklet in 8 fantov) iz Badmintonskega kluba Mladost Lendava, starih od 10 do 15 let. Vsi trenirajo badminton najmanj tri leta in imajo povprečno štiri treninge tedensko. Izključeni so bili posamezniki z akutnimi ali kroničnimi poškodbami, ki bi lahko vplivale na vadbo ali izvedbo testov. Povprečna starost deklet je bila 13,3 leta ($SD = 0,5$), njihova višina 151,2 cm ($SD = 4,2$) in telesna teža 47,5 kg ($SD = 3,6$). Povprečna starost fantov je bila 12,5 leta ($SD = 0,6$), višina 155,1 cm ($SD = 5,1$) in telesna teža 52,8 kg ($SD = 4,7$). Skupno je povprečna starost udeležencev znašala 13,0 leta ($SD = 0,6$), višina 152,8 cm ($SD = 4,8$) in telesna teža 49,7 kg ($SD = 4,3$). Pred začetkom praktičnega dela raziskave so bili udeleženci in njihovi starši podrobno seznanjeni z namenom, cilji in potekom raziskave ter izvedbo meritev. Za sodelovanje mladostnih badmintonistov smo pridobili pisna soglasja staršev oziroma zakonitih skrbnikov. Raziskava je izvedena v skladu s Helsinško deklaracijo. Raziskavo je odobrila Komisija za študijske zadeve s sklepom z dne 6. 2. 2025.

Pripomočki

Uporabili smo pripomočke za merjenje stabilnosti trupa po standardizirani McGillovi metodi (štoparice za merjenje časa, blazine, kotomer z naklonom 60°, mehke, tanke podloge, klopi) in za oceno natančnosti tolčene žoge (obarvano tarčo 60 x 60 cm).

Obe spremenljivki smo merili pred začetkom 10-tedenske vadbe pilatesa in po končani intervenciji. Stabilnost trupa smo preverjali z McGillovimi preizkusi, natančnost pa s preizkusom uspešnosti forhend tolčene žoge (Forehand Smash Stroke Performance test).

Desettedenski program vadbe pilatesa je potekal štirikrat tedensko po 20 minut pred začetkom badmintonskega treninga. Sestavljen je iz štirih sklopov, ki se smiselno nadgrajujejo. Vsak sklop se deli na ogrevalni in glavni del.

Potek študije

Po uvodnem badmintonskem ogrevanju, ki ga je vodil trener (približno 15 minut), smo raziskavo začeli z meritvami preizkusa uspešnosti forhend tolčene žoge za oceno natančnosti udarca. Test je vključeval nadzor diplomantke Fakultete za šport, podajalca ter zapisnikarja zadetkov in točk.

Preizkus uspešnosti forhend tolčene žoge je namenjen oceni natančnosti udarca (Indora idr., 2022). Obarvana tarča velikosti 60 x 60 cm je postavljena v podajalčev zgornji levi kot igrišča. Tarča je enakomerno označena s tremi različnimi barvami (3 x 20 cm širine, od leve proti desni), rdeča barva je vredna tri točke, modra dve točki in rumena ena točko. Pred meritvami imajo merjenci 10–15 minut časa za badmintonsko ogrevanje s perjanico. Sledi mu izvedba 10 maksimalnih udarcev forhend tolčene žoge, podajalec podaja žoge s 5–10-sekundnimi premori. Podajalčeve žoge letijo na merjenčevo desno polovico badmintonskega igrišča, in sicer na območje zadnje črte igrišča za igro posamezno. Merjenec nato izvede tolčeno žogo naravnost in cilja tarčo (Indora idr., 2022). Največje možno število točk je bilo 30, če je merjenec vseh 10 tolčenih žog zadel v rdeči del tarče. Stopnja natančnosti se izračuna tako, da se seštevek doseženih točk deli z največjim možnim številom točk (30 točk) in pomnoži s 100.

Sledile so štiri meritve stabilizatorjev trupa. Med posameznimi preizkusi so imeli merjenci najmanj pet minut počitka. Preizkus upogibalk trupa meri vzdržljivost trebušnih mišic. Merjenec v sedečem položaju z rokami na prsih in naslonjen na oporo pod kotom 60° čim dlje zadržuje položaj; test se konča, ko ga ne more več vzdrževati. Preizkus iztegovalk hrbta ocenjuje vzdržljivost hrbtnih iztegovalk. Merjenec leži na klopi z zgornjim delom telesa čez rob, z rokami, prekrizanimi na prsih, in zadržuje vodoraven položaj, dokler trup ne pade pod linijo. Preizkus stranskih mišic trupa meri vzdržljivost poševnih in globokih trebušnih mišic. Merjenec v položaju bočne opore na komolcu z ravno linijo telesa od tal dvigne boke in drži položaj, dokler ga ne more več ohranjati (Brumitt, 2010; TREK Education, b. d.; Esfahani idr., 2019).

Prvi sklop 10-tedenskega programa vadbe pilatesa se je začel izvajati v istem tednu, ko so bile izvedene uvodne meritve. Preizkušanci so sodelovali v 10-tedenskem programu vadbe pilatesa. Vadba se je izvajala na začetku rednih treningov badmintona, da se zagotovi neprekinjenost vadbe pilatesa in povezanost s specifičnimi športnimi zahtevami. Potekala je štirikrat tedensko po 20 minut.

Po končanem vadbenem programu so preizkušanci opravili isti postopek meritev kot na začetku. Začetni del je vključeval enako uvodno badmintonsko ogrevanje pod nadzorom trenerja (15 minut).

Temu je sledil preizkus uspešnosti forhend tolčene žoge in McGillovi preizkusi za stabilizatorje trupa.

Desettedenski program pilatesa

Pred vadbo pilatesa je bilo izvedeno ogrevanje (glej Tabelo 1). Vaje so bile zasnovane v skladu s šestimi klasičnimi načeli pilatesa: pravilno dihanje, natančna postavitev telesa, koncentracija, nadzor centra telesa, nadzor gibanja in tekoče gibanje.

Tabela 1
Ogrevanje

Število ponovitev	Vaja
12	položaj odtisa
12	opora na lopaticah
2 x 8 (kroženje v obe smeri)	sprostitve kolka (desna)
2 x 8 (kroženje v obe smeri)	sprostitve kolka (leva)
12 (6 na stran)	zasuk hrbtenice

Glavni del prvega sklopa je bil namenjen krepitvi stabilizacijskih mišic trupa, kar je temelj za pravilno telesno držo, ravnotežje in učinkovito gibanje. Poudarek je bil na pravilni izvedbi, nadzoru gibanja in usklajevanju z dihanjem v skladu s klasičnimi načeli pilatesa. Te vaje spodbujajo stabilizacijo trupa, zlasti v statičnih položajih.

Tabela 2
Sklop 1

Količina	Vaja
12 ponovitev	sed skrčno (črka C)
10 s (drža) + 8 zibov	drža v sedju skrčno, nato zibi v sedju skrčno
16 ponovitev	strigi z nogami
8 ponovitev	vznos
12 ponovitev	dvig v opori klečno spredaj do opore ležno spredaj upognjeno
30–45 s	drža v opori klečno spredaj (raketa) – desna
30–45 s	drža v opori klečno spredaj (raketa) – leva
2 x 30–45 s	opora ležno spredaj na podlahteh

Drugi sklop je pomenil nadgradnjo vaj iz prvega sklopa. Sestavljen je bil iz bolj dinamičnih in koordinacijsko zahtevnejših

vaj (glej Tabelo 3). Osredotočal se je na nadaljnjo krepitev stabilizacijskih mišic trupa, pri čemer je bil poudarek na povezavi med aktivnim mišičnim jedrom in nadzorovanim gibanjem okončin.

Tabela 3
Sklop 2

Količina	Vaja
12 ponovitev	sed skrčno z rokami pred čelom (črka C z rokami na čelu)
10 s (drža) + 8 zibov	drža, nato zibi v sedju skrčno z rokami pred čelom
12–16 ponovitev	izmenično iztegovanje nog (dvojna menjava)
8–12 ponovitev	drža v dvigu trupa (črka V)
12 ponovitev (6 x na stran)	opora ležno spredaj upognjeno do opore ležno spredaj enonožno na levi; desna prednožena skrčena
8–10 ponovitev	opora klečno spredaj z upogibom trupa – desna
8–10 ponovitev	opora klečno spredaj z upogibom trupa – leva
2 x 30–45 s (1x na stran)	opora ležno bočno na podlahti (leva in desna)

Tretji sklop je vključeval naprednejše stabilizacijske vaje, ki zahtevajo dobro razvito koordinacijo, ravnotežje in sposobnost nadzora nad gibanjem v kompleksnih položajih (glej Tabelo 4). V tem sklopu se je mišično jedro aktiviralo skozi zahtevnejše prehode in natančnejše gibalne vzorce, kar krepi globoke mišice trupa in izboljšuje telesno stabilnost.

Tabela 4
Sklop 3

Količina	Vaja
12 ponovitev	dvig iz leže na hrbtu (popolni dvig)
10 s (drža) + 8 zibov	drža, nato zibi v sedju iztegnjeno, uloženo
2 x 8 ponovitev (8 x na stran)	variacija seda vznosno (nagajivček) – leva in desna
10–14 ponovitev	zaklon z ročnji
12 ponovitev (6 x na stran)	opora ležno spredaj upognjeno do opore ležno spredaj enonožno na levi; desna prednožena skrčena k nasprotnemu komolcu
2 x 8–12 ponovitev (1 x na stran)	zanoženje v dvignjeni opori klečno spredaj (zanoženje v kocki) – leva in desna
8–10 ponovitev	zasuki trupa v opori ležno bočno – desna
8–10 ponovitev	zasuki trupa v opori ležno bočno – leva

Četrti sklop je vključeval zahtevnejše funkcionalne stabilizacijske vaje, ki pomenijo nadgradnjo prejšnjih sklopov in temeljijo na dinamičnih gibih okončin iz različnih osnovnih položajev (glej Tabelo 5). Vaje so se izvajale iz leže na hrbtu, boku ali iz različnih opor na rokah ter zahtevajo visoko stopnjo telesnega nadzora, ravnotežja ter natančne in nadzorovane aktivacije stabilizatorjev trupa.

Tabela 5
Sklop 4

Količina	Vaja
12 ponovitev	dvig iz leže na hrbtu z rokami na čelu (popolni dvig z rokami na čelu)
10 s (drža) + 8 zibov	drža, nato zibi v sedju iztegnjeno, uloženo; roke na čelu
16 ponovitev (8x na stran)	zasuki trupa v leži na hrbtu (oblikus)
2 x 10 ponovitev	zaklon z ročnji v vodoravni ravnini
2 x 8–12 ponovitev (1x na stran)	opora klečno enonožno v nevtralnem položaju; odnoženje; vzročenje – leva in desna
8–12 ponovitev	dvigi v oporo na podlahti ležno odbočno – desna
8–12 ponovitev	dvigi v oporo na podlahti ležno odbočno – leva

Statistična obdelava podatkov

Podatke smo uredili v Excelu (Microsoft, različica 2505) in obdelali v IBM SPSS Statistics (verzija 31). Normalnost podatkov smo preverili s Shapiro-Wilkovim testom. Za oceno vpliva pilatesa na stabilnost trupa smo uporabili parni t-test za normalno porazdeljene in Wilcoxonov test za nenormalno porazdeljene razlike. Meritve stabilnosti trupa (stranske mišice, iztegovalke hrbta, upogibalke trupa) smo vnesli kot ločene stolpce pred vadbo in po njej ter izvedli štiri ločene analize. Natančnost pri izvedbi tolčene žoge smo izrazili v odstotkih, pri čemer smo za vsakega udeleženca izračunali uspešnost pred začetkom izvajanja programa vadbe in po končani intervenciji ter uporabili parni t-test. Vpliv sprememb stabilnosti trupa na spremembe natančnosti smo ocenili z linearno regresijsko analizo, pri čemer je bila razlika v stabilnosti neodvisna spremenljivka, razlika v natančnosti pa odvisna spremenljivka.

■ REZULTATI

Ocena vpliva desettedenske vadbe pilatesa

Za oceno vpliva 10-tedenske vadbe pilatesa je bil uporabljen parni t-test, s katerim smo primerjali rezultate pred vadbo in po njej na štirih normalno porazdeljenih spremenljivkah. Preizkus vzdržljivosti upogibalk trupa (PUT), stranskih mišic trupa na desni (PSMT desna) in levi strani (PSMT leva) so del McGillovih preizkusov. Natančnost izvedbe tolčene žoge (izražena v odstotkih) je del rezultatov preizkusa uspešnosti forhend tolčene žoge.

Rezultati v Tabeli 6 so pokazali statistično značilne izboljšave po 10-tedenskem programu pilatesa. Vzdržljivost upogibalk trupa (PUT) se je povečala za povprečno 75,35 s ($t(19) = 8,02, p < 0,001$), vzdržljivost stranskih mišic trupa na desni za 35,30 s ($t(19) = 9,58, p < 0,001$) in na levi za 29,50 s ($t(19) = 10,67, p < 0,001$). Prav tako se je izboljšala natančnost izvedbe tolčene žoge za 18,35 odstotne točke ($t(19) = 7,65, p < 0,001$).

Rezultati jasno kažejo, da je vadba pilatesa privedla do izrazitega izboljšanja pri vseh spremenljivkah. Povsod gre za zelo velike učinke, pri PUT Cohenov d znaša 1,79, pri PSMT na desni $d = 2,14$, pri PSMT na levi strani $d = 2,39$ ter pri odstotku natančnosti $d = 1,71$. Vsi 95-odstotni intervali zaupanja za Cohenove d izključujejo ničlo, kar pomeni, da so spremembe statistično značilne in zanesljive.

Rezultati Wilcoxonovega testa (glej Tabelo 9) so pokazali statistično značilno izboljšanje po vadbi. Povprečna vrednost se je zvišala s 102,15 ($SD = 42,38$) na 154,75 ($SD = 43,81$), prav tako so bile višje minimalne in maksimalne vrednosti. Test (glej Tabelo 8) je potrdil pomembno razliko ($Z = -3,92, p < 0,0005$; enosmerni test).

Vpliv stabilizatorjev trupa na natančnost izvedbe tolčene žoge

Rezultati linearne regresijske analize, prikazani v Tabeli 10, niso pokazali statistično značilnega učinka povprečnega izboljšanja stabilizatorjev trupa v McGillovih preizkusih (PUT, PSMT desna, PSMT leva in PIH) na izboljšanje natančnosti ($p = 0,53$). Na podlagi tega model ni bil statistično značilen, zato nadaljnja interpretacija preostalih regresijskih kazalcev ni smiselna.

Tabela 6
6 Parni t-test

Spremenljivka	M	SD	SE	95 % IZ	t	df	p
PUT (po–pred)	75,35	41,99	9,39	[55,69; 95,01]	8,02	19	< 0,001
PSMT desna (po–pred)	35,30	16,49	3,69	[27,58; 43,02]	9,58	19	< 0,001
PSMT leva (po–pred)	29,50	12,26	2,74	[23,51; 34,99]	10,67	19	< 0,001
% natančnosti (po–pred)	18,35	10,73	2,40	[13,32; 23,37]	7,65	19	< 0,001

Opomba. M = aritmetična sredina; SD = standardni odklon; SE = standardna napaka aritmetične sredine; IZ = interval zaupanja; p = enosmerna statistična pomembnost.

Tabela 7
Velikost vpliva

Spremenljivka	S	Cohenov d	95 % IZ
PUT (po–pred)	41,99	1,79	[1,07; 2,50]
PSMT desna (po–pred)	16,49	2,14	[1,33; 2,94]
PSMT leva (po–pred)	12,26	2,39	[1,51; 3,25]
% natančnosti (po–pred)	10,73	1,71	[1,01; 2,40]

Opomba. S = usklajevalac (standardizator); IZ = interval zaupanja.

Tabela 8
Statistična značilnost neparametričnega parnega testa

Spremenljivka	Z	p
PIH (po)–PIH (pred)	–3,92	< 0,001

Opomba. p = dvosmerna statistična pomembnost.

Tabela 9
Wilcoxonov test

Spremenljivka	N	M	SD	Min	Max
PIH (po)	20	154,75	43,81	43	219
PIH (pred)	20	102,15	42,38	35	187

Opomba. M = aritmetična sredina; SD = standardni odklon.

Tabela 10
Linearna regresija, ANOVA (odvisna spremenljivka)

Model	SUM	df	M	F	p
Regresija	49,62	1	49,62	0,42	0,53 ^a
Reziduali	2138,51	18	118,81		
Skupno	2188,13	19			

Opomba. SUM = vsota kvadratov; M = aritmetična sredina kvadratov; a = neodvisna spremenljivka.

■ RAZPRAVA

Desettedenska vadba pilatesa je privedla do statistično značilnih izboljšav stabilnosti trupa pri mladih igralcih badmintona. Rezultati McGillovih preizkusov so pokazali izrazito povečanje vzdržljivosti tako sprednjih kot bočnih in hrbtnih stabilizatorjev trupa. Povprečne razlike so bile velike (glej Tabelo 6), velikosti učinkov pa zelo visoke (PUT $d = 1,79$; PSMT desna $d = 2,14$; PSMT leva $d = 2,39$), kar pomeni, da ne gre le za statistično, temveč tudi za praktično pomembne spremembe.

Rezultati se ujemajo s številnimi raziskavami, ki potrjujejo pozitiven vpliv pilatesa na mladostnike v različnih športnih disciplinah. Sistematični pregledi in intervencijske študije dosledno kažejo na izboljšanje vzdržljivosti trupa, gibljivosti, moči in ravnotežja (González-Gálvez idr., 2019; Hornsby in Johnston, 2019; Kumar idr., 2024). Študije na področju badmintona (Ozmen in Aydogmus, 2015; Hassan, 2017; Preeti idr., 2019) pa dodatno potrjujejo, da pilates pomembno prispeva k razvoju dinamičnega ravnotežja, agilnosti, koordinacije in vzdržljivosti mišic trupa pri mladih igralcih. Nekatere raziskave celo kažejo, da so učinki pilatesa primerljivi s pliometrično vadbo (Khatoon in Thiagarajan, 2021).

Rezultati jasno potrjujejo, da je 10-tedenska vadba pilatesa statistično značilno izboljšala natančnost izvedbe tolčene žoge pri mladih igralcih badmintona. Povprečna izboljšava je znašala več kot 18 odstotnih točk ($t(19) = 7,65, p < 0,001$) z zelo velikim učinkom (Cohenov $d = 1,71$). To pomeni, da ne gre le za naključno nihanje rezultatov, temveč za dosledno in praktično pomembno izboljšanje izvedbe natančnosti udarca.

Mehanizem teh sprememb je mogoče pojasniti z vlogo stabilizatorjev trupa pri izvedbi udarcev. Pilates krepi osrednjo stabilnost, kar omogoča učinkovitejši prenos sile od spodnjih okončin prek trupa na zgornji del telesa. Tak biomehanski prenos je ključen za natančnost in moč zahtevnih udarcev, kot je tolčena žoga, kjer je usklajeno delovanje celotne kinetične verige odločilno za končni rezultat.

Podobne učinke so ugotovile tudi druge raziskave. Hassan (2017) je pokazal, da je 8-tedenski program vadbe stabilizatorjev trupa pri mladih badmintonistih povzročil pomembno izboljšanje hitrosti in natančnosti udarcev. Ma idr. (2024) ter Luo idr. (2022) potrjujejo, da vadba, ki temelji na načelih pilatesa, izboljšuje tehnično

izvedbo z vplivom na stabilnost in koordinacijo trupa. Ozmen in Aydogmus (2015) pa poudarjata, da pilates krepi gibalni nadzor in koordinacijo, kar se neposredno kaže v večji učinkovitosti pri športno specifičnih nalogah, kot so udarci v badmintonu.

Rezultati linearne regresije niso potrdili, da bi izboljšana stabilnost trupa pozitivno vplivala na natančnost tolčenega udarca pri mladih igralcih badmintona. Povprečni napredek v McGillovih testih stabilizatorjev trupa ni bil statistično značilen napovednik izboljšane natančnosti udarca ($p = 0,53$). Regresijski model tako ni bil potrjen, kar pomeni, da izboljšanje stabilnosti samo po sebi ni zadostovalo za večjo natančnost.

Kljub temu številne študije poudarjajo pomen stabilizatorjev trupa pri dejavnostih, ki vključujejo prenos sile med spodnjim in zgornjim delom telesa. Solanki in Gill (2021) navajata, da stabilno jedro omogoča močne in nadzorovane udarce v športih z loparjem, medtem ko pomanjkljiv nadzor trupa moti kinetično zaporedje ter zmanjšuje moč in natančnost udarcev nad glavo. Kibler idr. (2006) ter Wang in Cheng (2016) prav tako poudarjajo, da močno jedro zagotavlja učinkovit prenos energije, ki jo ustvarjajo noge in boki, ter jo usmerja v zamah z loparjem. Tehnično dovršeni in natančni udarci so odvisni od pravilnega delovanja kinetične verige.

Na natančnost udarca namreč vpliva več dejavnikov, med drugim tehnična usposobljenost, časovna usklajenost gibanja, rokovanje z loparjem, koordinacija okoli roka ter psihološki dejavniki, kot so osredotočenost, samozavest in obvladovanje utrujenosti (Sakurai in Ohtsuki, 2000; Ma idr., 2024). Mlajši igralci, ki še razvijajo živčno-mišične vzorce, ne bodo nujno izboljšali natančnosti le z izboljšano stabilnostjo, če trening ne vključuje tudi tehničnega in taktičnega treninga (Preeti idr., 2019; Sakurai in Ohtsuki, 2000).

Poleg tega raziskave kažejo, da se splošno izboljšanje stabilnosti trupa ne kaže vedno neposredno v izboljšani natančnosti, razen če je trening zasnovan tako, da posnema značilne zahteve badmintonskih udarcev (Ma idr., 2024; Wang in Cheng, 2016). Psihološki dejavniki, kot so utrujenost, osredotočenost, anksioznost in samozavest, prav tako vplivajo na natančnost izvedbe udarca (Lees, 2003).

Poleg ugotovitev je treba upoštevati tudi nekatere omejitve raziskave, ki lahko pojasnijo, zakaj regresijski model ni pokazal

statistično značilnega vpliva. Model je upošteval samo povprečno spremembo stabilnosti, čeprav stabilnost trupa vključuje številne vidike – statične, dinamične, funkcionalne – ki jih klasični testi, kot je McGillov preizkus, ne merijo v celoti. Natančnost udarca je kompleksna spremenljivka, na katero vplivajo številni dejavniki, ki v analizo niso bili vključeni. Razmeroma majhna velikost vzorca ($n = 20$) je omejevala statistično moč in občutljivost analize ter s tem možnost zaznave šibkejših, a morebiti pomembnih povezav. Na tej podlagi lahko trdimo, da izboljšanje stabilnosti trupa samo po sebi ni zanesljiv napovednik večje natančnosti izvedbe tolčenega udarca, vendar ugotovitev pomembno prispeva k razumevanju meja obravnavanega modela in odpira prostor za prihodnje raziskave, usmerjene v povezovanje fizičnih sposobnosti s športno specifičnimi tehničnimi zahtevami.

■ ZAKLJUČEK

Raziskava je pokazala, da že 10-tedenska vadba zadošča za merljive in pomembne spremembe tako v telesni pripravljenosti (moč stabilizatorjev trupa) kot tudi v tehnični izvedbi (natančnosti tolčene žoge). Sistematična vključitev pilatesa v vadbene procese bi tako lahko prispevala k boljšemu gibalnemu nadzoru, večji natančnosti in splošni učinkovitosti udarcev pri tehnično zahtevnih športih, kot je badminton. V pogledu mladih športnikov ima vključevanje pilatesa tudi pomemben preventivni potencial, saj spodbuja uravnotežen mišični razvoj in zmanjšuje tveganje za poškodbe, povezane z mišičnimi neravnovesji ali preobremenitvami. Raziskava ni vključevala kontrolne skupine, kar nekoliko omejuje možnost neposrednega pripisovanja učinkov prav vadbi pilatesa. Vse te dejavnike je treba upoštevati pri nadaljnji interpretaciji in načrtovanju prihodnjih raziskav. Na podlagi teh ugotovitev se kot logično nadaljevanje ponuja več raziskovalnih usmeritev. Pri prihodnjih študijah bi bilo smiselno vključiti večdimenzionalne ocene stabilizatorjev trupa (npr. gibalne analize) in dopolniti proučevanje natančnosti z biomehanskimi meritvami ali videoanalizo tehnične izvedbe. Uporaba kontrolne skupine in večjega vzorca bi povečala zanesljivost in statistično moč izsledkov.

Maša Doler

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport
massa.doler@gmail.com