

TARTU ÜLIKOOL
sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Marcella Liiv

Vitamiin D toidulisandi mõju sportlase maksimaal- ja lihasjõule
The effect of the vitamin D supplement on the maximum and explosive strength of the
athlete

Bakalaureusetöö
kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendajad:
PhD P. Päll
MD L. Savolainen

Tartu, 2020

Sisukord

Kasutatud lühendid	3
Sissejuhatus	4
1. Vitamiin D olemus	5
1.2 Vitamiin D ainevahetus	6
2. Vitamiin D manustamise võimalused	7
2.1 Päike kui vitamiin D allikas	7
2.1.1 Solaarium kui vitamiin D allikas	7
2.1.2 Vitamiin D päikesest omastamise mõjutavad tegurid	8
2.2 Toit kui vitamiin D allikas	8
2.3 Vitamiin D toidulisand	9
2.3.1 Vitamiin D optimaalse vereseerumi taseme saavutamist takistavate seisundite näited	9
2.3.2 Vitamiin D toidulisandi liigne tarbimine	10
3. Vitamiin D toidulisandi võimalik mõju sportlase lihasjõule	11
3.1 Vitamiin D genoomne toime lihasjõule	11
3.2 Vitamiin D mittegenoomne toime lihasjõule	11
4. Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule erinevate spordialade näitel	12
4.1 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule sportmängude spordialade näitel	12
4.1.1 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule jalgpallurite näitel	12
4.1.2 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule ragbi mängijate näitel	14
4.1.3 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule korvpallurite näitel	15
4.2 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule judokate näitel	16
4.3 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule ujujate näitel	17
Kokkuvõte	19
Kasutatud kirjandus	21
Summary	25

Kasutatud lühendid

1,25(OH)₂D- kaltsitriool

25(OH)D- kaltsidiol

D2- ergokaltsiferool

D3- kolekaltsiferool

IGFBP-3- insuliinilaadse kasvufaktorit siduv valk 3

IU- rahvusvaheline ühik

nmol/l- nanomooli liitri kohta

UV- ultraviolett

UVB- ultraviolett B

Sissejuhatus

Paljud sportlased kasutavad treeningu või võistlusprogrammi raames toidulisandeid, uskudes, et tavapärasest toidust ei piisa optimaalse soorituse saavutamiseks. Vitamiinid kuuluvad tavaliselt kasutatavate toidulisandite hulka.

Vitamiin D on sportlaste seas üldlevinud ergogeenne abivahend. Tegemist on aktuaalse vitamiiniga, mille üle on juureldud juba alates 20. sajandist ning seda eelkõige eakate puhul, kuid ka nooremate inimeste ja sportlaste seas. Teadaolevalt omab vitamiin D olulist rolli meie organismi normaalses toimimises, osaledes paljudes protsessides ja reguleerides sadu geeniekspressioone.

Vitamiin D puudus on ülemaailmne probleem. See mõjutab nii tavainimesi kui ka sportlasi. Seega on juureldud ka selle üle, kuidas see mõjutab sportlase sooritusvõimet. Sportlasel on saavutusvõime tagamiseks vajalik tõhusam lihasfunktsioon, sealhulgas lihasjõud ja võimsus. On väidetud, et sellel rasvlahustuval vitamiinil on oluline roll lihasfunktsioonides ning leitud, et vitamiin D puudus põhjustab eakatel lihaste nõrkust. Selle kohta, kas vitamiin D mõjutab ka sportlaste lihasjõudu, on teadusuuringute seisukohad erinevad.

Tööd ajendas kirjutama aastatepikkune spordikarjäär, mil olen sügis- ja talvekuudel, kui vitamiin D vereseerumi tase on olnud oluliselt langenud, täheldanud maksimaal- ja plahvatusjõu näitajate langust. Seetõttu pakub antud teema huvi ka isiklikul tasandil.

Töö eesmärgiks on teada saada, kas vitamiin D-l on märkimisväärne mõju maksimaaljõu ja plahvatusjõu näitajatele või on see ennekõike oletus. Selle välja selgitamiseks on antud üldine ülevaade vitamiin D olemusest ning analüüsitud teaduslike uuringute põhjal vitamiin D toidulisandi mõju erinevate spordialade näitel.

Osa sportlasi on seisukohal, et „mida rohkem, seda parem”, mistõttu manustavad nad toidulisandeid soovitatud kogusest rohkem. Sellest lähtuvalt on soov täpsustada vitamiin D toidulisandi manustamise mõju, selle vitamiini puuduses mitteolevatel sportlastel.

Märksõnad: vitamiin D toidulisand sportlasel, vitamiin D toidulisand ja sportlase lihasjõud, vitamiin D toidulisand ja sportlase maksimaal- ja plahvatusjõud

Keywords: vitamin D supplement in athlete, vitamin D supplement and athlete's muscular strength, vitamin D supplement and the maximum and explosive strength of the athlete

1. Vitamiin D olemus

Vitamiinid on olulised orgaanilised ühendid, mis reguleerivad ainevahetusprotsesse, energia sünteesi, neuroloogilisi protsesse ja takistavad rakkude hävimist. Need jagatakse kaheks peamiseks klassifikatsiooniks: rasv- ja veeslahustuvad vitamiinid. Vitamiin D kuulub rasvlahustuvate vitamiinide hulka (Kreider et al., 2004).

Vitamiin D ehk kaltsiferool on prohormoon (Beudart et al., 2014) ja steroidhormoon (Charoenngam et al., 2019), kuid seda võiks nimetada ka mikrotoitaineks, kuna selle puudust saab ravida täiendamise teel (de la Puente Yagüe et al., 2020). Selle üldtuntud kasulikkus on kaltsiumi ainevahetusele ning luu- ja lihaskonna füsioloogilistele funktsioonidele (Książek et al., 2019).

Vitamiin D on saadaval kahes bioloogiliselt mitteaktiivses vormis (de la Puente Yagüe et al., 2020), milleks on ergokaltsiferool (D2) ja kolekaltsiferool (D3) (Beudart et al., 2014) ning mis tulenevad päikesekiirtest ja toidust. Vitamiin D2 on taimse päritoluga ehk seda sünteesitakse taimedest (Harty et al., 2019). Vitamiin D3 on loomse päritoluga (Zhang & Naughton, 2010), mida saadakse toidust või sünteesitakse nahas 7-dehüdrokolesteroolist, ultraviolettkiirguse abil (Christakos et al., 2010). Lisaks on D2- ja D3 saadaval ka toidulisandina (Zhang & Naughton, 2010).

Teostatud uuringute kohaselt võib 600-800 rahvusvahelist ühikut (IU) vitamiin D-d olla päevas optimaalse taseme saavutamiseks ebapiisav, eriti sportlastel, kuna vereseerumis 25-hüdroksüvitamiin D (25(OH)D) kontsentratsioon, mis on suurem kui 100 nanomooli liitri kohta (nmol/l), on pakutud optimaalseks näiteks alakeha skeletilihaste funktsioneerimiseks (Dahlquist et al., 2015). Organism vajab päikese puudumisel hinnanguliselt 3000–5000 IU vitamiin D-d päevas. Sportlaste kõrge füüsiline aktiivsus võib põhjustada suurenenud vajadust, kuna antud vitamiini kasutatakse järjepidevalt paljudes ainevahetuse radades, mis on vajalikud kehaliseks aktiivsuseks (Ogan & Pritchett, 2013).

Vitamiin D puudus on ülemaailmselt levinud rahvatervise probleem (Gonoodi et al., 2019). Optimaalse taseme üle on peetud palju arutelusid. Vereseerumi optimaalseks tasemeks on peetud kontsentratsiooni veres üle 100 nmol/l (Ogan & Pritchett, 2013), kuid pole konkreetset kinnitust leidnud. Ebapiisavaks kontsentratsiooni tasemeks veres on arvatud olevat 50-75 nmol/l, mistõttu võib 75 nmol/l pidada ohutuks koguseks. Hüpvitaminoosiks on arvatud vereseerumi taset alla 50 nmol/l (Zhang et al., 2019).

1.2 Vitamiin D ainevahetus

Vitamiin D on esialgu bioloogiliselt mitteaktiivses vormis ning sõltumata sellest, kas D2 või D3 sünteesitakse nahas või tarbitakse toidu või toidulisandiga, nõuab see kehas aktiivseks vormiks muutumisel kahefaasilist ainevahetust. Olles bioloogiliselt passiivsed, vajavad need aktiveerimist maksas ja neerudes. Seondudes vitamiin D siduva valguga, transporditakse vitamiin D maksa, kus D2 ja D3 hüdroksüülitakse ja muudetakse selle vahevormiks 25(OH)D-ks. See siseneb kiiresti ringlusesse, kus selle poolestusaeg on umbes 15 päeva. Seotud 25(OH)D transporditakse seejärel neerudesse, kus see hüdroksüülitakse tsütokroom P450 27B1-e (CYP27B1) abil füsioloogiliselt aktiivseks vormiks 1,25 dihydroksüvitamiin D-ks (1,25(OH)₂D). Vitamiin D siduv valk transpordib, lisaks neerudele, aktiivse vormi ka teistesse kudedesse, et toimida genoomselt või mittegenoomselt (Lehmann & Meurer, 2010).

2. Vitamiin D manustamise võimalused

Vitamiin D-d omastatakse kolmest allikast (Chung, 2019), milleks on päike, toit ja toidulisand. Peamine allikas on päike. Vitamiin D omastamine sõltub geograafilisest asukohast, millest sõltuvalt tuleneb ligikaudu 80% vitamiin D-d 7-dehüdrokolesteroolist nahas, ultraviolett B (UVB) poolt, ülejäänud osa saame toidust ja toidulisanditest (Khammissa et al., 2018). Hoolimata päikese tarbimisest, on soovitatud lisaks manustada imikutel 400-1000 IU, lastel 1-18-aastastel 600-1000 IU ja täiskasvanutel 1500-2000 IU-d päevas (Ogan & Pritchett, 2013).

2.1 Päike kui vitamiin D allikas

Kokkupuude päikesevalgusega on üks enim vitamiin D taset mõjutavatest teguritest. Seda saadakse päikesest ultraviolettkiirte toimel läbi nahas toimuva sünteesi (Garcia et al., 2019). Kõik, mis piirab päikese käes viibimist, võib vähendada vitamiin D kontsentratsiooni taset veres (de la Puente Yagüe et al., 2020).

Uuringud on näidanud, kuidas välitingimustes treenivatel sportlastel on kõrgem vitamiin D tase kui siseruumides treenivatel sportlastel (Zhang et al., 2019). Kuid paljud õues treenivad sportlased väldivad päikesevalguse tippunde, mis võimaldaks vitamiin D-d paremini naha kaudu omastada (Wimalawansa, 2019), mistõttu võib neil tekkida hüpovitaminoosi oht (Ogan & Pritchett, 2013).

On väidetud, et keha omastab vitamiini D-d piisavas koguses, kui olla kaitseta päikese käes päevas 5–15 minutit, kella 10.00–15.00 vahel, mil on kiirus kõige intensiivsem. Olenemata toidu tarbimise väärtusest, on 15-minutilise kaitseta päikese käes viibimise ajal saadav kogus heledanahalisel inimesel 10 000 kuni 20 000 IU-d, seda kuude jooksul, mil UVB-kiirus on päikesest saadaval (Ogan & Pritchett, 2013).

Nahas muundub 7-dehüdrokolesterool päikese toimel D₃-ks (Larson-Meyer & Willis, 2010). Ringluses seondub vitamiin D siduva valguga ning migreerub selle abil naha kapillaaridesse ja vereringesse (Larson-Meyer & Willis, 2010) ning liigub maksa, kus hüdroksüülrühm seob süsinikuaatom 25-ga, moodustades 25(OH)D (Garcia et al., 2019).

2.1.1 Solaarium kui vitamiin D allikas

Ebapiisava päikesevalguse või selle puudumisel on võimalik alternatiivina kasutada solaariumit, kus kiirgavad kunstlikud UV-kiirgused. Paljud solaariumid on ultraviolett A kiirgajad, millel on vitamiin D tasemele väiksem mõju. UVB-kiirgust kiirgavate solaariumite vajalikkus ja kasulikkus on samuti kaheldav, kuid hea on see, et need hoiavad vereseerumis

25(OH)D kontsentratsiooni normi piires ja aitab nii tervetel inimestel kui ka sportlastel säilitada piisava vitamiin D varu (Larson-Meyer & Willis, 2010).

2.1.2 Vitamiin D päikesest omastamise mõjutavad tegurid

Vitamiin D sünteesi määra võivad mõjutada keskkondlikud ja individuaalsed tegurid (Garcia et al., 2019; Larson-Meyer & Willis, 2010). Keskkondlikud tegurid on UV- kiirguse intensiivsus (Christakos et al., 2010), aastaaeg, pilved, sudu, laiuskraad, kellaaeg (Larson-Meyer & Willis, 2010) ja reostus (Ogan & Pritchett, 2013). Individuaalsed tegurid on päikesekaitsekreem, rõivad (rõivastega välditakse 7-dehüdrokolesterooli muundamist vitamiin D₃-ks (Christakos et al., 2010), rahvuskuuluvus, vanus (Garcia et al., 2019) ning naha pigmentatsioon (Larson-Meyer & Willis, 2010).

Mida pikem on keha kokkupuute kestus kiirgusega ja mida suurem on keha kokkupuuteala, seda rohkem saab toota organismi vitamiin D-d (Zhang & Naughton, 2010). Sportlasel on soovitatud vitamiin D saamiseks viibida päikesevalguse käes viiest (väga heledanahalistel inimestel) kuni kolmekümne minutini (tumedama nahaga inimestel) ning mitmel korral nädalas, ilma päikesekaitsekreemita (Larson-Meyer & Willis, 2010).

Päikest piiravateks teguriteks on näiteks osoonikiht, mis võib olla takistuseks vitamiin D saamisel, sest neelab tõhusalt UVB-valgust ja kui taevas on täielikult pilves, võib see vähendada UVB-kiirgust kuni 99% (Lamberg-Allardt et al., 2013).

Päikesest vitamiin D saamist takistab näiteks õigesti kasutatud päikesekreem, mis suudab tõhusalt absorbeerida UVB- kiirgust, takistades UVB koostoimet 7-dehüdrokolesterooliga (Chung, 2019).

Lisaks mõjutab vitamiin D tootmist päikesekiirgusest ka nahavärvus. Tumeda nahaga inimestel on epidermises suures koguses melaniini, mis vähendab vitamiin D sünteesi nahas, seetõttu on tumedanahalistel inimestel vitamiin D tootmine vähem tõhus kui heledanahalistel (Zhang & Naughton, 2010).

2.2 Toit kui vitamiin D allikas

Teiseks vitamiin D allikaks on toit (Chung, 2019). Toidu kaudu on küllaltki keeruline vitamiin D omastada, sest vähesed toidud sisaldavad looduslikku vitamiin D-d (de la Puente Yagüe et al., 2020). Toiduallikast saab nii D₃-e kui ka D₂-e (Larson-Meyer & Willis, 2010).

Vitamiin D-d sisaldavad toidud on rasvased kalad (de la Puente Yagüe et al., 2020), näiteks heeringas, sardiinid ja lõhe (Chung, 2019; Wimalawansa, 2019). Rasvad, mis sisaldavad vitamiin D-d, on näiteks tursamaksaõli, või ja margariin (Chung, 2019). Tursamaksaõli aga ei

soovitata D3 allikana, kuna see sisaldab suures koguses vitamiin A-d, mis võib vitamiin D toimet pärssida (Larson-Meyer & Willis, 2010).

Loomse päritoluga vitamiin D-d leidub ka näiteks punases lihas, maksas ja munakollases (de la Puente Yagüe et al., 2020; Chung, 2019). Taimseteks toitudeks on näiteks UV-ga kokkupuutuvad seemned, teravili ja hommikuhelbed (de la Puente Yagüe et al., 2020; Garcia et al., 2019; Wimalawansa, 2019). Vitamiin D-d leidub ka piimatoodetes nagu piim, juust ja jogurt (Charoenngam et al., 2019; Chung, 2019). Ehkki need toiduallikad võivad tunduda märkimisväärsed, on vitamiin D omastamise protsess tõhus ainult umbes 50%, mistõttu kaob seedimisel suur osa toitainete väärtusest (Ogan & Pritchett, 2013).

2.3 Vitamiin D toidulisand

Kolmas allikas, kust on võimalik saada vitamiin D-d, on toidulisand. Seda tarvitatakse peamiselt ebapiisava vitamiin D vereseerumi kontsentratsiooni puhul veres. Seega on nimetatud seda ka mikrotoitaineks (de la Puente Yagüe et al., 2020).

Vitamiin D täiendava tarbimise kohta sportlastel on nii poolt kui ka vastu argumente (Powers et al., 2011). Peamine pooldav argument on, et lisamine võib parandada sportlikke võimeid, kuid seda neil, kellel on ebapiisav vereseerumi kontsentratsioon (Powers et al., 2011). Sellest lähtuvalt näitavad vitamiin D puuduse käes kannatavad sportlased eelist antud vitamiini toidulisandi tarbimisel tervise või töövõime parandamiseks (Maughan et al., 2007).

Uuringud on näidanud, kuidas enamik tippportlasi tarbib vitamiinipreparaate sageli suuremates annustes, kui soovitatakse kogused (Williams, 1989). Tegelikuses vajavad sportlased, eriti siseruumides treenivad, kellel pole piisav vitamiin D kontsentratsiooni tase vereseerumis, kaheksa nädala jooksul D3 suukaudset toidulisandit 5000 IU päevas, et jõuda optimaalsele kontsentratsiooni tasemele ning edasi piisava päikese puudumisel tarbida seda 1000–2000 IU päevas (Ogan & Pritchett, 2013).

2.3.1 Vitamiin D optimaalse vereseerumi taseme saavutamist takistavate seisundite näited

Rasvunud inimestel on võrreldes mitterasvunudega madalam 25(OH)D tase, sest kuna vitamiin D on rasvlahustuv vitamiin, siis talletub see rasvas ning seetõttu jõuab kehasse ja vereringesse rasvunud inimesel vähem vitamiin D-d kui mitterasvunud inimesel. Seda selgitab asjaolu, kuidas nahaalune rasv, mis teadaolevalt talletab vitamiin D-d, eraldab rohkem naha kaudu sünteesitud vitamiin D-d, mille tulemusel eraldub rasvunud inimesel nahast vereringesse vähem kui mitterasvunud isikul (Zhang & Naughton, 2010), vähendades selle kättesaadavust

25(OH)D muundamiseks. Normaalse kehakaaluga isikutel hoitakse teatud osa D3-e ja D2-e nahaaluses rasvas ja vabastatakse talvel (Larson-Meyer & Willis, 2010).

Samuti takistavad vitamiin D saamist ka krambivastased ained, mida nimetatakse ka epilepsiavastasteks ravimiteks. Arvatakse, et need ravimid põhjustavad 1,25(OH)2D katabolismi, mille tõttu esinevad ravimite kasutamisel kahjulikud kõrvaltoimed (Zhang & Naughton, 2010).

2.3.2 Vitamiin D toidulisandi liigne tarbimine

Vitamiin D toidulisandit tarbides tuleks arvestada võimaliku toksilisusega (de la Puente Yagüe et al., 2020). Selle vitamiini toksilisus on äärmiselt haruldane, kuid seda võib põhjustada liiga suurte annuste tahtmatu või tahtlik tarbimine (Holick, 2007). On sportlasi, kes usuvad sageli, et rohkem tarbides, on ka rohkem kasu, mistõttu tuleks neid hoiatada, et igapäevane toidulisandi lisamine rohkem kui 10 000 IU võib põhjustada toksilisust (Larson-Meyer & Willis, 2010). Vitamiin D toksilisuse sümptomeid põhjustab hüperkaltseemia, mis võib põhjustada anoreksiat, sagedast urineerimist, liigset janu, iiveldust, oksendamist ja rasketel juhtudel põhjustada neerupuudulikkust ning mõjutada inimese vaimset seisundit (de la Puente Yagüe et al., 2020).

Annused üle 50 000 IU päevas tõstavad 25(OH)D taset rohkem kui 374 nmol/l ja on seotud hüperkaltseemia ja hüperfosfateemiaga. Tarbides viie kuu jooksul D3-e 10 000 IU päevas, ei põhjusta veel toksilisust (Holick, 2007).

Vitamiin D puuduse sümptomiteks on näiteks halb tervis, valu (näiteks alaseljavalu, lihasvalu), nõrkus, raskused igapäevaste toimingute tegemisel, krooniline väsimus ja liigne unisus päevasel ajal (Wimalawansa, 2019).

3. Vitamiin D toidulisandi võimalik mõju sportlase lihasjõule

Vitamiin D võib mõjutada skeletilihaste funktsioone rakutasandil kahe mehhanismi kaudu, milleks on genoomne ja mittegenoomne toime. Genoomsed tekivad 1,25(OH)₂D, vitamiin D retseptori ja retinoid X retseptori heterodimeeri sidumisel spetsiifiliste tuumaretseptoritega, et mõjutada geeni transkriptsiooni ning mittegenoomsed tulenevad hulgast kompleksetest rakusisestest signaaliülekande radadest, pärast 1,25(OH)₂D seondumist mittetuumaretseptoriga (Girgis et al., 2013).

3.1 Vitamiin D genoomne toime lihasjõule

Vitamiin D aktiveerib lihaskoes paljusid ainevahetusprotsesse (Książek et al., 2019), toimides vitamiin D retseptori kaudu (Pfeifer et al., 2002). Aktiivne vorm 1,25(OH)₂D₃ avaldab vitamiin D retseptori olemasolul lihastes genoomset mõju (Guntton & Girgis, 2018). On leitud, et selle tulemusena võivad need stimuleerida spetsiifiliste lihasvalkude sünteesi, mis suurendab lihaste kokkutõmbumise kiirust ja jõudu, mille tulemuseks võib olla lihasjõu suurenemine (Książek et al., 2019).

Üheks skeletilihastele oluliseks valguks on insuliinilaadse kasvufaktorit siduv valk 3 (IGFBP-3), kus 1,25(OH)₂D-1 on transkriptsiooni soodustav roll, reguleerides selle ekspressiooni. Vitamiin D reageerimiselemente on tuvastatud inimese IGFBP-3 promootori piirkonnas, seega võib 1,25(OH)₂D koos vitamiin D retseptori ja muude elementidega, näiteks steroidretseptori koaktivaator 3-ga, mõjutada IGFBP-3 ekspressiooni positiivselt. IGFBP-3 on peptiid, mis osaleb rakkude kasvu regulatsioonis. See seondub vereseerumis insliinisarnase kasvufaktor 1-ga rakuvälises maatriksis või rakupindadel suure afiinsuse ja spetsiifilisusega. Antud kasvufaktor, mis on spordis ebaseaduslik ergogeenne abi, indutseerib skeletilihaste vohamist, diferentseerumist ja hüpertroofiat. Seega võib vitamiin D-1 olla IGFBP-3 kaudu sellele kõigele võtmeroll (Hamilton, 2010; Hamilton, 2011).

3.2 Vitamiin D mittegenoomne toime lihasjõule

Vitamiin D võib avaldada lihasjõule mõju ka mittegenoomsel toimel. Selle mittegenoomse toime täpne mehhanism on küll vaieldav, kuid ollakse seisukohal, et vitamiin D tase avaldab mõju paljude lihasrakkude membraani kaltsiumikanalitele. Kuna kaltsium on skeletilihaste funktsiooni kriitiline modulaator, siis järeldub sellest, kuidas vitamiin D tase võib märkimisväärselt mõjutada lihaste funktsiooni, jõudlust ja vigastuste riski (Hamilton, 2010).

4. Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule erinevate spordialade näitel

Maksimaaljõud on jõud, mida suudab neuromuskulaarne süsteem ajast sõltumatult põhjustada kontsentrilisi, ekstsentrilisi või isomeetrilisi toimeid (Wisloff et al., 1998). Selle hindamiseks kasutatakse üldiselt kas kordusmaksimumi testimist või dünamomeetrit. Maksimaalne kordusmaksimumi testimine nõuab isoinertsiaalset kokkutõmbumist ehk püsivat raskust tõstetakse tahtliku kiirusega. Treeningul kasutatakse testimiseks üldiselt kordusmaksimumi ja selle hindamiseks treeningutel kasutatavaid seadmeid. Dünamomeeter nõuab kas isomeetrilist või isokineetilist kontraktsiooni. On täheldatud, kuidas dünamomeeter annab väga usaldusväärseid testimise tulemusi (Verdijk et al., 2009).

Lanza et al. (2019) on defineerinud plahvatusjõudu kui võimet suurendada kontraktiilset pöördemomenti võimalikult kiirelt. Kiire pöördemomendi genereerimine on intuiitiivselt ja empiirilisel oluline sportliku plahvatusliku jõudluse jaoks. Lihaskõigsust hinnatakse näiteks vertikaalse hüppega, mille puhul on töös peamiselt kiired lihaskiud (II tüüp). Lisaks mõjutab see sportlikku jõudlust, kuna paljud sportlikud sündmused on kas lihaskõigsusest määratletud või sellest tugevalt sõltuvad (Zhang et al., 2019).

4.1 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule sportmängude spordialade näitel

4.1.1 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule jalgpallurite näitel

Ühes jalgpallimatšis sooritatakse ligikaudu 1000-1400 maksimaaljõu ja võimsusega seotud liigutustegevust. Jalgpallimängus on olulised jõulised liigutustegevused sprintimine, hüppamine või löömine, mistõttu pole üllatav, et maksimaalne jõud ja vertikaalsed hüpped suudavad eristada jalgpallisportlaste võistlustaset (Wisloff et al., 1998).

Kuna enamik jalgpallimängu tegevusi toimub kontsentriselt, valitakse üldiselt dünaamiline kontsentriiline või isomeetriline tegevus. Kuna isomeetrilised kokkutõmbed võimaldavad lihaseid kindla nurga all ilma liikumiseta hinnata, saab jõudu ja võimsust (näiteks hüppekõrgust) hõlpsalt hinnata, analüüsides näiteks ballistilist tüüpi harjutusi (Wisloff et al., 1998).

Close et al. (2013), Jastrzebska et al. (2016) ning Todd et al. (2017) proovisid välja selgitada vitamiin D mõju lihaskõigule. Selleks viisid nad läbi uuringud, kuhu valiti vabatahtlikkuse alusel jalgpallurid, et hinnata D3-e mõju nende jõunäitajatele.

Close et al. (2013) hindasid vitamiin D kontsentratsiooni veres Ühendkuningriigi sportlastel ning selle toidulisandi mõju lihaskõigule ja võimekusele. Selleks viidi läbi uuring (tabel 1) ühes profijalgpallurite meeskonnas, kus ei tarbitud antud vitamiini toidulisandit

ega kalaõli. Lisaks oli uuritavatel vitamiin D kontsentratsiooni tase veres alla optimaalse. Uuritavatel tuli tarbida kaheka nädala jooksul 5000 IU D3 toidulisandit päevas ja sooritada maksimaaljõu katse enne ning pärast manustamise perioodi. Maksimaaljõu katsed koosnesid ühest kordusmaksimumist rinnalt surudes ja täiskükist.

Tabel 1. Close et al. (2013) poolt läbiviidud uuringu meetodika

Uuring	Manustamise periood	Manustamise periood, kogus	Kontsentratsiooni määramise meetod	Jõunäitaja määramise meetod
Close et al. (2013)	Talv, 8 nädalat	ER- S 5000 IU D3 päevas; KR- S D3-ta	Vereproov	Ü-1 KM rinnalt surumine A-täiskükk

A- alajäsemad; ER- eksperimentaalrühm; KM- kordusmaksimum; KR- kontrollrühm; S- suukaudne; Ü- ülajäsemad

Uuring näitas, kuidas D3 suukaudse täiendamisega, suurenes vereseerumi 25(OH)D kontsentratsioon, saavutades eksperimentaalrühmas kõigil kontsentratsiooni taseme üle 50 nmo/l (Close et al., 2013).

Ülajäsemete kordusmaksimumi tulemuste põhjal leiti, et jõunäitajad paranesid nii eksperimentaalrühmas kui ka kontrollrühmas, kuid eksperimentaalrühmas oli üks kordusmaksimum parem kui kontrollrühmas. Keskmise tulemus tõusis vastavalt 6,5 ja 2,5 kilogrammi. Alajäsemete maksimaalse jõunäitaja puhul oli märgata arengusuunda. Tulemus paranes samuti mõlemas rühmas, kuid taaskord oli eksperimentaalrühmas paremad näitajad. Keskmise kükkimise tulemuse parandus oli täiendajate rühmas 9 ja kontrollrühmas 3 kilogrammi (Close et al., 2013).

Close et al. (2013), Jastrzebska et al. (2016) ja Todd et al. (2017) hindasid jalgpalluritel plahvatusjõudu. Neil kõigil oli esmane eesmärk erinev, kuid kõik viisid toime vertikaalse üleshüppe testi, millega saab määrata plahvatusvõimsust. Close et al. (2013), nagu eespool juba mainitud, oli eesmärk hinnata sportlaste vitamiin D kontsentratsiooni veres ning toidulisandi mõju uuritavate lihaskonna jõudlusele ja võimekusele. Jastrzebska et al. (2016) soovisid uurida vitamiin D toidulisandi mõju hästi treenitud jalgpalluritel ja Todd et al. (2017) seadsid eesmärgiks välja selgitada, kas vitamiin D-l on lisaks positiivsele mõjule luukonnas ka lisaheeliseid. Selleks viidi läbi erinevad uuringud (tabel 2), kus ühes osales kaheksa nädala jooksul Ühendkuningriigi ühe jalgapallimeeskonna liikmed (Close et al., 2013), teises nelikümmend kaks Poola noort jalgpallurit (Jastrzebska et al., 2016) ja kolmandas kaheteist nädala jooksul Gaeli Ülikooli nelikümmend kaks jalgpallurit, 18- aastased ja vanemad (18

meest ja 24 naist) (Todd et al., 2017). Nad kõik tarbisid uurimisperioodi ajal ette antud koguses toidulisandit ning sooritasid enne ja pärast manustamise perioodi plahvatusvõime jõukatset.

Tabel 2. Close et al. (2013), Jastrzebska et al. (2016) ja Todd et al. (2017) poolt läbiviidud uuringu metoodika

Uuring	Manustamise periood	Manustamise periood, kogus	Kontsentratsiooni määramise meetod	Jõunäitaja määramise meetod
Close et al. (2013)	Talv, 8 nädalat	ER- S 5000 IU D3 päevas; KR- S D3-ta	Vereproov	V üleshüpe elektrooniline hüppematt
Jastrzebska et al. (2016)	Talvel, 8 nädalat	ER- S vedel D3, 10 tilka ehk ~5000 IU päevas; KR- S päevalilleõli 10 tilka päevas	Vereproov vahetult enne ja pärast katset	V üleshüpe
Todd et al. (2017)	12 nädalat	ER- S D3 pihustuslahus 3000 IU päevas; KR- S pihustuslahus	Vereproov	V üleshüpe - kalibreeritud elektrooniline hüppematt

ER- eksperimentaalrühm; KR- kontrollrühm; S- suukaudne; V- vertikaalne

Close et al. (2013) jõudsid järeldusele, et jõunäitajad paranesid ning leidsid, et D3 manustamine parandas vertikaalse hüppe kõrgust, kuna eksperimentaalrühmas oli vertikaalses hüppekõrguses suuremaid parandusi kui kontrollrühmas.

Jastrzebska et al. (2016) tulemustest, kus jalgpallurid treenisid sama treeninguga ja toitused samal tavapärasel viisil, selgus, et vereseerumi 25(OH)D tase tõusis eksperimentaalrühmas kuni 79 nmol/l. Mõlemas rühmas oli vereseerumi tase uuringu alguses alla 50 nmol/l. Ka selles uuringus paranesid eksperimentaalrühmas vertikaalse üleshüppe tulemused, kuid mitte märkimisväärselt, sest kahe rühma vahelised tulemused oluliselt ei erinenud. Seetõttu leiti, et vitamiin D lisamanustamine jõunäitaja parandamiseks ei pruugi anda olulist efekti. Ent jõunäitajate tulemuste languse vältimiseks ja kontsentratsiooni optimaalseks tasemeks võib olla vajalik vitamiin D toidulisandi ja toidu kombinatsioon.

4.1.2 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule ragbi mängijate näitel

Ragbi on võistkondlik täiskontaktne sportmäng, mida iseloomustab kõrge intensiivsus, näiteks sprintimine, vastasmängijate lükkamine ja surumine. Need intensiivsed tegevused sõltuvad suurel määral treeningomadustest, sealhulgas jõust, kiirusest ja võimsusest. Nende omaduste hindamine aitab jälgida aja jooksul saavutatud edu. Selleks sooritatakse katseid, mis

hõlmavad näiteks maksimaaljõu määramist ja vertikaalhüppe hindamist. Ründajad ja tagamängijad vajavad sarnaseid funktsionaalseid oskusi nagu löömine, möödumine ja püüdmine (de Lacey et al., 2014).

Fairbairn et al. (2018) hindasid uuringu (tabel 3) käigus Uus- Meremaa kutseliste ragbi mängijate maksimaaljõudu. Selles osalesid mängijad, kellel vereseerumi 25(OH)D kontsentratsiooni keskmine tase oli mõõtmisel üle 50 nmol/l. Eksperimendis osales viiskümmend seitse sportlast, kes pidid üheteist kuni kaheteist nädala jooksul tarbima 50 000 IU D3-e või platseebot ning sooritama jõukatse, milleks oli lisaraskusega rippes käte kõverdamine. Katsed sooritati nii enne kui ka pärast manustamise perioodi.

Tabel 3. Fairbairn et al. (2018) poolt läbiviidud uuringu metoodika

Uuring	Manustamise periood	Manustamise periood, kogus	Kontsentratsiooni määramise meetod	Jõunäitaja määramise meetod
Fairbairn et al. (2018)	11-12 nädalat	ER- S 50 000 IU D3 (3570 IU päevas) 1x kahe nädala jooksul; KR- S platseebo 1x kahe nädala jooksul	Vereproov	Lisaraskusega rippes käte kõverdamine

ER- eksperimentaalrühm; KR- kontrollrühm; S- suukaudne; x- kord

Uuringu tulemused näitasid eksperimentaalrühmas märkimisväärselt kõrgemat vereseerumi 25(OH)D kontsentratsiooni taset, võrreldes kontrollrühmaga oli tase 95% parem. Ka jõunäitajad olid täiendajate rühmas märkimisväärselt kõrgemad, seda 5,5 kilogrammi ehk ka 95% parem kui mittetäiendajate rühmas. Kuid miskipärast on välja toodud, et vaatamata vitamiin D staatuse paranemisele nendel professionaalsetel ragbiliidu mängijatel, oli toidulisandil füüsilise jõudluse tulemustele vähe mõju, mistõttu on ebatõenäoline, et D3 lisamine selle spordiala esindajatel ergoogenne abi on (Fairbairn et al., 2018).

Selle põhjust võib seletada Close et al. (2013) uuring, kus ragbi profisportlastel täheldati suurt vitamiin D kontsentratsiooni. Nad ei tarvitanud ühtegi vitamiin D lisandit ega kalaõli, kuid ragbi korral viibitakse suvekuudel pikaajalistel treeningutel intensiivsema päikese käes ja minimaalses riietuses, mis seletab ka nende suurt kontsentratsiooni.

4.1.3 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule korvpallurite näitel

Korvpalluri edukas sooritus eeldab võimsuse genereerimist. Lauapalli võttes, vastaselt palli ära lüües või liikudes teise korvi poole, on näited oskustest, mis nõuavad sportlaselt soovitud

tulemuste saavutamiseks jõu tootmist (Hedrick, 1993). Seega on korvpalluril vaja nii jõudu kui stardikiirendust ja hüppekõrgust, mis võimaldab olla edukas.

Dunn (2017) uuris (tabel 4) vereseerumi 25(OH)D taset kolledži vanuses meeskorvpalluritel ja D3 lisamise mõju sportlikule jõudlusele. Selle käigus osales seitseteist meest, kes tarbisid enne katseaega suukaudselt 4000 IU D3 kapslit, millele järgnes kaheksanädalane tarbimine 2x2000 IU päevas või platseebot ning tuli sooritada enne manustamist ja pärast manustamise perioodi vertikaalse üleshüppe katsed.

Tabel 4. Dunn (2017) poolt läbiviidud uuringu meetodika

Uuring	Manustamise periood	Manustamise periood, kogus	Kontsentratsiooni määramise meetod	Jõunäitaja määramise meetod
Dunn (2017)	1 päev+ 8 nädalat	ER- S D3 4000 IU kapsel enne täiendamisperioodi, täiendamisperioodil 2x2000 IU kapslit päevas; KR- 2 S kapslit platseebot päevas	Vereproov enne ja pärast täiendamisperioodi	V üleshüpe-Verteci mõõtesüsteem

ER- eksperimentaalrühm; KR- kontrollrühm; S- suukaudne; V- vertikaalne; x- kordus

Dunn (2017) täheldas eksperimentaalrühmas vereseerumi 25(OH)D taseme suurt tõusu, kuid vertikaalse üleshüppe korral oli efekt väike. Täiendajarühma tulemused ei erinenud suuresti kontrollrühma tulemustest.

4.2 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule judokate näitel

Judo on spordiala, kus esiteks on oluline keha üldine jõud. Teiseks on oluline võime kiiresti rünnata ning võisteldakse erinevates kaalukategooriates. Rünnaku ja kaitsega seotud lühikesed plahvatuslikud tegevused nõuavad jõu ja võimsuse rõhutamist. Jõu tõhusust ja rolli judos on juba mõnda aega tunnustatud (Takahashi, 1992).

Wyon et al. (2016) seadsid eesmärgiks välja selgitada vitamiin D lisamise akuutset mõju lihaskontsentratsioonidele. Uuringus (tabel 5) osales kakskümmend kaks meessoost täiskasvanut, kes olid valgel rahvusvahelisel tasemel judo sportlased, nad treenisid täiskoormusel, kuid ei tarbinud vitamiin D toidulisandit ega olnud kolm kuud viibinud päikeselise ilmaga välismaal. Sportlastele manustati uuringu jooksul ühekordne annus vitamiin D-d (150 000 IU D3 tablett) või platseebot sisaldavat toidulisandit. Manustamise eelselt ning järgselt tuli sooritada jõukatse parema alajäseme maksimaaljõu määramiseks.

Tabel 5. Wyon et al. (2016) poolt läbiviidud uuringu meetodika

Uuring	Manustamise periood	Manustamise periood, kogus	Kontsentratsiooni määramise meetod	Jõunäitaja määramise meetod
Wyon et al. (2016)	1x	ER- suukaudne 150 000 IU D3- vitamiini tablett KR- S tablett	Vereproov	PA- Isokineetiline dünamomeeter

ER- eksperimentaalrühm; KR- kontrollrühm; PA- parem alajäse; S- suukaudne; x- kordus

Uuringu tulemused näitasid vitamiin D ebapiisava tasemega eliitsportlastel ühekordse suurannuse manustamise positiivset mõju 25(OH)D tasemele ja lihasfunktsioonidele. Eksperimentaalrühmal täheldati vereseerumi 25(OH)D taseme ja lihasjõu olulist tõusu päevade üks ja kaheksa vahel, seda keskmiselt 13%. Kontrollrühmal olulisi erinevusi sel perioodil ei leitud (Wyon et al., 2016).

Tulemustest küll järeldati, et vitamiin D on lihasjõuga seotud, kuid seati kahtluse alla, kas vitamiin D manustamine mõjutas jõudu koostoimes treeninguga või mõjutas seda ühekordne akuutne annus (Wyon et al., 2016). Kuna osalejad jätkasid uuringu ajal treenimist, siis ei selgunud, kas lihasjõu paranemine oli tingitud eelkõige vitamiin D ühekordsest annusest või oli muutus tingitud tavapärasest treeningust tulenevalt (Jastrzebska et al., 2016).

4.3 Vitamiin D mõju maksimaal- ja plahvatusjõule ujujate näitel

Ujumises on väga oluline roll stardil ning igal pöördel, mis võivad anda neile konkurentide ees eelise, seda eriti sprindidistantsidel. Paraspinaalsete lihaste, tuharalihaste, selja-, puusa- ja nelipealihase plahvatuslik treenimine, suurendab nii stardi kui pöörde ajal genereeritavat jõudu ning suurendab kogu löögijõudu ja sujuvat edasiminekut vees. Need lihasgrupid on võtmeks võimsuse väljendamisel stardis ja pöördel, mil ujujad suudavad väljendada jõudu kindlal alusel (stradipakk ja sein) ning kasutavad ära pinnase reaktsioonijõudu (Fig, 2010). Seega on ujujatel oluline plahvatusjõud, kuid ka maksimaaljõud, mis võimaldab neid maksimaalset plahvatusvõimet esile kutsuda.

Dubnov-Raz et al. (2015) proovisid välja selgitada vitamiin D puudulikkusega noorukieas ujujatel D3-e manustamise mõju. Selleks tehti uuring (tabel 6), milles osales viiskümmend kolm konkurentsivõimelist noort ujujat, kellel oli vitamiin D puudus. Uuritavad tarbisid kaheteist nädala jooksul igapäevaselt 2000 IU D3-e või platseebot ning sooritasid uuringu alguses ja lõpus käehaarde jõukatse. Kuigi ujujal on oluline plahvatusjõud, ei määratud seda selles uuringus, see-eest määrati aga maksimaaljõud, mis nagu eelnevalt mainitud, on oluline komponent plahvatusvõimeks.

Tabel 6. Dubnov-Raz et al. (2015) poolt läbiviidud uuringu meetodika

Uuring	Manustamise periood	Manustamise periood, kogus	Kontsentratsiooni määramise meetod	Jõunäitaja määramise meetod
Dubnov-Raz et al. (2015)	12 nädalat	ER 2000 IU S D3 p; KR- S platseebo p	Vereproov	Käehaare

ER- eksperimentaalrühm; KR- kontrollrühm; p- päevas; S- suukaudne

Uuringu lõpus oli 25(OH)D kontsentratsioon eksperimentaalrühmas märkimisväärselt kõrgem kui kontrollrühmas, kuid ainult 48% D3-e tarbinud rühmast sai antud annusega vereseerumi kontsentratsiooni taseme optimaalseks. Jõunäitajad rühmade vahel see paraku ei erinenud. Uuringu lõpus oli 25(OH)D kontsentratsioon eksperimentaalrühmas märkimisväärselt kõrgem kui kontrollrühmas, kuid ainult 48% D3 tarbinud rühmast sai selle annustamisega kontsentratsiooni taseme piisavaks. Rühmadevahelised jõunäitajad paraku ei erinenud. Kuigi vitamiin D3 täiendamisega tõusis osadel vereseerumi 25(OH)D kontsentratsioon kõrgemaks kui mittetäiendajatel, ei parandanud see füüsilist jõudlust rohkem kui neil, kes ei täiendanud (Dubnov-Raz et al., 2015).

Kokkuvõte

Vitamiin D ehk kaltsiferool on inimese tervise jaoks oluline rasvlahustuv vitamiin. Mõned uuringud on jõudnud järeldusele, kuidas see võib olla ka oluline vitamiin sportlase saavutusvõime parandamiseks, pidades seda ergogeenseks abiks. Vitamiin D-d leidub väga paljudes kudedes, sealhulgas skeletilihastes, mistõttu võib olla kasulik täiendamine. Lisaks on see vitamiin oluline eakatele ning sportlastel, et parandada lihasjõudu. Vereseerumi 25(OH)D suurem kontsentratsioon kui 100 nmol/l, on pakutud optimaalseks näiteks alakeha skeletilihaste funktsioneerimiseks. Siiski on leitud, et kasu võib olla ainult neil sportlastel, kelle on vitamiin D puudus või ebapiisavus. Ebapiisava vitamiin D kontsentratsiooni taseme korral veres on sportlastel, eriti siseruumides treenivatel, vajalik tarbida kaheksa nädala jooksul 5000 IU suukaudset toidulisandit päevas, et jõuda optimaalsele tasemele ning säilitamiseks päikese puudumisel 1000–2000 IU päevas.

Paljudel spordialadel on olulised maksimaal- ja plahvatusjõud. Maksimaaljõud on vajalik nii arengu hindamiseks kui ka plahvatusvõime jaoks. Teema olulisus ajendas püstitama eesmärgi, milleks oli vastus küsimusele, kas vitamiin D toidulisand mõjutab sportlase maksimaal- ja plahvatusjõu näitajaid. Selle saavutamiseks analüüsiti sportlasi, kes eelnevalt ei tarbinud vitamiin D toidulisandit ja olid terved ning vigastusteta.

Erinevate spordialade uuringutes, kus hinnati maksimaaljõudu, jõuti järeldusele, et vitamiin D manustamisel võib olla potentsiaali jõunäitajate parandamisel, nii ülajäsemel kui ka alajäsemel. Sportlastel vitamiin D kontsentratsiooni tasemega vereseerumis alla 100 nmol/l kaheksa nädalasel täiendamisel 5000 IU-ga päevas või üheteist kuni kaheteist nädala jooksul kokku 50000 IU ehk 3570 IU päevas, näitasid mõlema puhul ülajäsemete maksimaaljõu paranemist. Kaheteist nädala jooksul toidulisandi tarbimisega 2000 IU päevas, ei täheldatud sportlastel jõunäitajate paranemist, millest järeldus, et 2000 IU vitamiin D toidulisandit päevas ei piisa muutusteks ülajäsemete jõunäitajates. Alajäsemete maksimaaljõu näitajate paranemist täheldati sportlastel, kellel oli algne vitamiin D kontsentratsioon veres alla 100 nmol/l ja kes tarbisid kaheksa nädalat vitamiin D-d 5000 IU päevas või ühekordse annusena 150 000 IU-d. Seega võib alajäsemete maksimaaljõu näitajate parandamiseks olla kasu mõlema koguse puhul.

Plahvatusjõule avaldas vitamiin D toidulisand väga erinevat mõju. Sportlastel, kellel oli vitamiin D kontsentratsioon vereseerumis ebapiisav, tuli manustada kaheksa nädalat vitamiin D-d, 5000 IU päevas ning eeltäiendamisega 4000 IU, millele järgnes kaheksanädalane 2x2000 IU päevas tarbimine, näitasid plahvatusvõime paranemist (väike efekt). Kaheteist nädala jooksul, 3000 IU päevas täiendamise puhul aga näiteks paranemist ei täheldatud.

On soovitatav edaspidine uurimine, mis keskenduks vitamiin D toidulisandiga täiendamise ning maksimaal- ja plahvatusjõu seose uurimisele, seda ka jõuala sportlastel.

Kasutatud kirjandus

1. Beudart C, Buckinx F, Rabenda V, Gillain S, Cavalier E, et al. The Effects of Vitamin D on Skeletal Muscle Strength, Muscle Mass, and Muscle Power: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Endocrinol Metab* 2014; 99: 4336–4345.
2. Charoenngam N, Shirvani A, Holick MF. Vitamin D for skeletal and non-skeletal health: What we should know. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma* 2019; 10: 1082–1093.
3. Christakos S, Ajibade DV, Dhawan P, Fechner AJ, Mady LJ. Vitamin D: Metabolism. *Endocrinology and metabolism clinics of North America* 2010; 39: 243.
4. Close GL, Russell J, Cogley JN, Owens DJ, Wilson G, et al. Assessment of vitamin D concentration in non-supplemented professional athletes and healthy adults during the winter months in the UK: implications for skeletal muscle function. *Journal of Sports Sciences* 2013; 31: 344–353.
5. Chung JH. Photoprotection. S. Kang, M. Amagai, A. L. Bruckner, A. H. Enk, D. J. Margolis, et al. (Toim), *Fitzpatrick's Dermatology* (9. tr). New York, NY: McGraw Hill Education: 2019.
accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1161345949. Vaadatud 7. aprill 2020
6. Dahlquist DT, Dieter BP, Koehle MS. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2015; 12: 33.
7. de Lacey J, Brughelli ME, McGuigan MR, Hansen KT. Strength, Speed and Power Characteristics of Elite Rugby League Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2014; 28: 2372–2375.
8. de la Puente Yagüe M, Collado Yurrita L, Ciudad Cabañas MJ, Cuadrado Cenzual MA. Role of Vitamin D in Athletes and Their Performance: Current Concepts and New Trends. *Nutrients* 2020; 12.
9. Dubnov-Raz G, Livne N, Raz R, Cohen AH, Constantini NW. Vitamin D Supplementation and Physical Performance in Adolescent Swimmers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2015; 25: 317–325.
10. Dunn M. Vitamin D Deficiency in College-Age Male Basketball Players: Sports Medicine Physicians Can Play an Important Role 2017; : 8.

11. Fairbairn KA, Ceelen IJM, Skeaff CM, Cameron CM, Perry TL. Vitamin D3 Supplementation Does Not Improve Sprint Performance in Professional Rugby Players: A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Intervention Study. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2018; 28: 1–9.
12. Fig G. Why Competitive Swimmers Need Explosive Power. *Strength & Conditioning Journal* 2010; 32: 84–86.
13. Garcia M, Seelaender M, Sotiropoulos A, Coletti D, Lancha AH. Vitamin D, muscle recovery, sarcopenia, cachexia, and muscle atrophy. *Nutrition* 2019; 60: 66–69.
14. Girgis CM, Clifton-Bligh RJ, Hamrick MW, Holick MF, Gunton JE. The Roles of Vitamin D in Skeletal Muscle: Form, Function, and Metabolism. *Endocrine Reviews* 2013; 34: 33–83.
15. Gonoodi K, Tayefi M, Saberi-Karimian M, Amirabadi zadeh A, Darroudi S, et al. An assessment of the risk factors for vitamin D deficiency using a decision tree model. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 2019; 13: 1773–1777.
16. Gunton JE, Girgis CM. Vitamin D and muscle. *Bone Reports* 2018; 8: 163–167.
17. Hamilton B. Vitamin D and Human Skeletal Muscle. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20: 182–190.
18. Hamilton B. Vitamin D and Athletic Performance: The Potential Role of Muscle. *Asian J Sports Med* 2011; 2: 211–219.
19. Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerksick CM. Nutritional and Supplementation Strategies to Prevent and Attenuate Exercise-Induced Muscle Damage: a Brief Review. *Sports Medicine - Open* 2019; 5: 1.
20. Hedrick A. SPORTS-SPECIFIC: Strength and Power Training for Basketball. *Strength & Conditioning Journal* 1993; 15: 31–36.
21. Holick MF. Vitamin D Deficiency. *New England Journal of Medicine* 2007; 357: 266–281.
22. Jastrzebska M, Kaczmarczyk M, Jastrzebski Z. Effect of Vitamin D Supplementation on Training Adaptation in Well-Trained Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2016; 30: 2648.
23. Khammissa RAG, Fourie J, Motswaledi MH, Ballyram R, Lemmer J, et al. The Biological Activities of Vitamin D and Its Receptor in Relation to Calcium and Bone Homeostasis, Cancer, Immune and Cardiovascular Systems, Skin Biology, and Oral Health. *BioMed Research International* 2018; 2018: 1–9.

24. Kreider RB, Almada AL, Antonio J, Broeder C, Earnest C, et al. ISSN Exercise & Sport Nutrition Review: Research & Recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2004; 1: 1.
25. Książek A, Zagrodna A, Słowińska-Lisowska M. Vitamin D, Skeletal Muscle Function and Athletic Performance in Athletes—A Narrative Review. *Nutrients* 2019; 11.
26. Lamberg-Allardt C, Brustad M, Meyer HE, Steingrimsdottir L. Vitamin D – a systematic literature review for the 5th edition of the Nordic Nutrition Recommendations. *Food Nutr Res* 2013; 57.
27. Lanza MB, Balshaw TG, Folland JP. Explosive strength: effect of knee-joint angle on functional, neural, and intrinsic contractile properties. *European Journal of Applied Physiology* 2019; 119: 1735.
28. Larson-Meyer DE, Willis KS. Vitamin D and Athletes. *Current Sports Medicine Reports* 2010; 9: 220.
29. Lehmann B, Meurer M. Vitamin D metabolism. *Dermatologic Therapy* 2010; 23: 2–12.
30. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H. The use of dietary supplements by athletes. *Journal of Sports Sciences* 2007; 25: S103–S113.
31. Ogan D, Pritchett K. Vitamin D and the Athlete: Risks, Recommendations, and Benefits. *Nutrients* 2013; 5: 1856–1868.
32. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW. Vitamin D and Muscle Function. *Osteoporos Int* 2002; 13: 187–194.
33. Powers S, Nelson WB, Larson-Meyer E. Antioxidant and Vitamin D supplements for athletes: Sense or nonsense? *Journal of Sports Sciences* 2011; 29: S47–S55.
34. Zhang R, Naughton DP. Vitamin D in health and disease: Current perspectives. *Nutrition Journal* 2010; 9: 65.
35. Zhang L, Quan M, Cao Z-B. Effect of vitamin D supplementation on upper and lower limb muscle strength and muscle power in athletes: A meta-analysis. *PLoS One* 2019; 14.
36. Takahashi R. Power training for judo: Plyometric training with medicine balls 1992; 14: 2.
37. Todd JJ, McSorley EM, Pourshahidi LK, Madigan SM, Laird E, et al. Vitamin D3 supplementation using an oral spray solution resolves deficiency but has no effect on VO2 max in Gaelic footballers: results from a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Eur J Nutr* 2017; 56: 1577–1587.

38. Verdijk LB, van Loon L, Meijer K, Savelberg HHCM. One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength *in vivo* in humans. *Journal of Sports Sciences* 2009; 27: 59–68.
39. Williams MH. Vitamin supplementation and athletic performance. *Int J Vitam Nutr Res Suppl* 1989; 30: 163–191.
40. Wimalawansa SJ. Causes, Consequences and Ways of Correcting Vitamin D Deficiency. *Nutrition And Food Science Journal* 2019; 2(1):122
41. Wisloff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1998, 30(3), 462–467.
42. Wyon MA, Wolman R, Nevill AM, Cloak R, Metsios GS, et al. Acute Effects of Vitamin D3 Supplementation on Muscle Strength in Judoka Athletes: A Randomized Placebo-Controlled, Double-Blind Trial. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2016; 26: 279.

Summary

The effect of the vitamin D supplement on the maximum and explosive strength of the athlete

Vitamin D is one of the most widely used vitamins among athletes and it is supposed to provide ergogenic impact in sports. It is known that vitamin D plays an important role in the normal functioning of our body while being a part in numerous processes and by regulating hundreds of gene expressions. The lack of vitamin D is a problem observed all over the world having an impact on both – the ordinary people and the athletes.

It is possible to assimilate vitamin D from solar radiation, food and food supplements. This vitamin is biologically in a non-active form initially and in order to obtain a positive impact it has to be transferred into an active form. For that purpose it is transferred into an intermediate form of 25-hydroxy vitamin D or calcidol in the liver and further on it is hydroxylated in kidneys by CYP27B1 into a physiologically active form of 1,25 dihydroxy vitamin D or calcitriol, after which the binding protein of vitamin D transports the active form into tissues in order to perform genomically or non-genomically.

For higher achievement level athletes need better muscle function, including muscular strength and power. It has been stated that the fat-soluble vitamin plays an important role in muscle functions and it has been established that the lack of vitamin D causes weakness of muscles among the senior population. The aim of the paper is to establish whether vitamin D provides an impact on athletes' maximum and explosive power indicators.

Several surveys have studied the impact of the administration of vitamin D as food supplement and the indicators of maximum and explosive power among the representatives of different sports events. The studies have demonstrated that the impact of vitamin D food supplement on the maximum and explosive power of different athletes is varied. Firstly, the mentioned vitamin has a positive impact on the power indicators of the upper limbs among football players and rugby players after 8 weeks of administering 5000 IU of D3 per day and 3570 IU per day during 11-12 weeks. On the contrary, swimmers demonstrated no improvement in strength indicators after administering 2000 IU of D3 per day during 12 weeks. Therefore, it may be deducted that athletes, whose vitamin D concentration level in blood serum remains below 100 nmol/l, should administer 5000 IU of D3 per day during 8 weeks or 3570 IU per day during 11- 12 weeks.

The concentration of vitamin D in the blood serum in football players and judo wrestlers was initially below 100 nmol/l. Footballers administered 5000 IU of D3 per day during 8 weeks and judo wrestlers a big single dose of D3 (150000 IU) and improved power indicators in their

lower limbs were observed in comparison with the results obtained before the period of administration.

The explosive power was established in football players and basketball players, whose initial vitamin D concentration in blood was inadequate. There were 2 groups of football players studied: in one group 5000 IU of D3 per day was administered during 8 weeks and in the other group 3000 IU per day was administered during 12 weeks. Before the experiment the basketball players administered 4000 IU of D3 and further on 2x2000 IU of D3 per day during 8 weeks. In football players the improvement of explosive power was observed only in case 5000 IU of D3 was administered during 8 weeks. Among basketball players the administration of vitamin D demonstrated a minor effect on the indicators of explosive power.

Based on the studied research it may be stated that the vitamin D food supplement may have an impact on the maximum and explosive power in athletes but only among those athletes whose vitamin D concentration in the blood serum is below the optimal level. Due to that it may be stated that further scientific research of the given topic is highly recommended in future.

Mina, Marcella Liiv,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Vitamiin D toidulisandi mõju sportlase maksimaal- ja lihasjõule, mille juhendajad on Peep Päll (PhD) ja Lauri Savolainen (MD), reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Marcella Liiv

10.05.2020