

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

AMELIJA LESINŠEK

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

VADBA MOČI V PRED-PUBERTETNEM OBDOBJU

DIPLOMSKO DELO

MENTORICA:

doc. dr. Katja Tomažin, prof. šp. vzg.

RECENZENT:

doc. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg

Avtorica dela:
AMELIJA LESINŠEK

Ljubljana, 2014

ZAHVALA

Najprej bi se zahvalila moji mentorici doc. dr. Katji Tomažin, prof. šp. vzg., ki me je z veseljem sprejela pod svoje mentorstvo, mi svetovala pri mojem delu in mi nudila strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Največja zahvala gre mojima staršema, Slavici in Vinku, ki sta mi vse to omogočila, mi ves čas študija stala ob strani in me pri mojem delu podpirala.

Zahvala gre tudi mojim ostalim družinskim članom, ki so mi v času študija kakorkoli pomagali in mi stali ob strani. Posebej pa se zahvaljujem tudi sestri Mojci, ki je bila vedno ob meni in me spodbujala.

Hvala tudi vsem sošolcem in prijateljem za izkazano razumevanje in potrpežljivost.

Ključne besede: vadba moči, pred-puberteta, zdravstveni status

VADBA MOČI V PRED-PUBERTETNEM OBDOBJU

Amelija Lesinšek

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2014

Slik 9, tabele 8, virov 32

POVZETEK

V diplomskem delu smo se posvetili vadbi moči v pred-pubertetnem obdobju, saj je to tema, ki je zelo pomembna, vendar kljub temu, da je bilo narejenih veliko raziskav, še vedno ni določenega zaključka, ki bi veljal glede visoko intenzivnega treninga moči pri otrocih. Izraz pred-pubertetni bomo uporabili za obdobje pred razvojem sekundarnih spolnih znakov, kar pomeni, za dekleta do starosti 11 let in za fante do starosti 13 let. Zanima nas vpliv vadbe na različne dejavnike, kot so zdravstveni status, anaerobna moč, hitrost, maksimalna moč in hitra moč. Ker so zahteve športa danes vse večje, so posledično tudi mladi izpostavljeni visoko-intenzivnim treningom moči. Sredstva takega treninga predstavljajo vaje z lastno telesno težo, vaje s prostimi utežmi, vaje na navadnih trenažerjih in vaje na egometrih, izokinetičnih in hidravličnih trenažerjih. V nalogi smo pregledali literaturo in starejše ter novejša raziskave, ki obravnavajo to temo, vključili smo tudi svoje lastno znanje pridobljeno v času študija. S to nalogo smo poskušali na enem mestu zbrati in povzeti pomembne izsledke raziskav, in na njihovi osnovi izdelati priporočila za vadbo otrok pred puberteto. Diplomsko delo je namenjena vsem športnim delavcem, kot tudi vsem, ki so povezani v vadbo z otroci in seveda tudi tistim, ki jih ta tema zanima.

Keywords: exercise strength, pre-pubertal, health status

EXERCISE STRENGTH IN PRE-PUBERTAL PERIOD

Amelija Lesinšek

University of Ljubljana, Faculty of sport, 2014

Pictures 8, table 8, sources 32

SUMMARY

This diploma work is devoted to exercise strength in the pre-pubertal period. This is a topic that is very important, but nevertheless, it has been done a lot of research, there is still no certain conclusion, which would apply the high-intensity strength training in children. The term pre-pubertal will be used for the period before the development of secondary sexual characters, which means the girls until the age of 11 and for boys up to the age of 13. We are interested in the impact of exercise on various factors, such as health status, anaerobic power, speed, maximum power and fast power. Requirements of sport are growing today, so as result young people are exposedd to high-intense strength training. Resources of such training are exercises using body mass, exercises with free weights and exercise with weight machines, and isokinetic, pneumatic and hydraulic machines. In the study we reviewed the literature and recent studies dealing with this topic, we have also included our own knowledge acquired during our studie. In this diplma work we tried at one point collect and summarize relevant research findings, and make recommendations for children training before puberty. Diploma work is dedicated to all sporst professionals, as well as all those who are connected to work out with the kids and of course those who are interested in this topic.

Kazalo vsebine

1	UVOD	9
1.1	Moč.....	10
1.1.1	Struktura moči.....	10
1.1.2	Metode za razvoj moči	17
1.1.3	Sredstva za razvoj moči	18
1.2	Biološki razvoj	21
1.2.1	Sestava telesa.....	22
1.2.2	Mišično-kostni sistem.....	22
1.2.3	Živčni sistem.....	25
1.2.4	Hormonski sistem.....	26
1.2.5	Razlike med spoloma v biološkem razvoju	28
1.3	Cilji	31
2	JEDRO.....	32
2.1	Učinki vadbe za moč v predpubertetnem obdobju	32
2.2	Kdaj začeti z vadbo moči.....	42
2.3	Ali vadba moči vpliva na uspešnost v drugih športih	43
2.4	Katera sredstva za izboljšanje moči so najbolj učinkovita.....	45
2.4.1	Periodizacija	46
2.5	Količine in trajanje vadb	50
2.6	Ali je trening moči varen.....	52
2.7	Ali se vpliv treninga moči med spoloma razlikuje	53
3	ZAKLJUČEK.....	55
4	SEZNAM LITERATURE.....	57

Kazalo slik

Slika 1:	Hierarhična struktura moči	11
Slika 2:	Hipertrofija - povečanje velikosti mišičnih vlaken.....	12
Slika 3:	Hiperplazija - povečanje števila mišičnih vlaken	12
Slika 4:	Hennemanov princip	14
Slika 6:	Fitnes naprave prilagojene za otroke	19
Slika 5:	Izokinetične naprave.....	20
Slika 6:	Hidravlična naprava	20
Slika 7:	Rast puste telesne mase in maščobne mase a) in delež maščobne mase b) od rojstva do zrelosti pri različnih spolih	23
Slika 8:	Scamonov model razvoja posameznih bioloških sistemov.....	30

Kazalo tabel

Tabela 1: Telesne dimenzije in dimenzije sestave telesa	29
Tabela 2: Učinki vadbe za moč na trenažerjih in s prostimi utežmi.....	34
Tabela 3: Učinki vadbe za moč na specialnih trenažerjih.....	37
Tabela 4: Učinki vadbe za moč - vaje z lastno telesno težo.....	39
Tabela 5: Osnovne smernice vadbe za moč pri otrocih	43
Tabela 6: Vpliv vadbe za moč na motorične sposobnosti	44
Tabela 7: Vpliv periodizacije na vadbo za moč	48
Tabela 8: Model periodizacije za otroke v pred puberteti	50

1 UVOD

Vadba moči sodi med najbolj raziskana področja športne vadbe. Razvoj mišične moči pri otrocih je bila pomembna tema raziskav v zadnjih desetletjih, še posebej ker šport med mladimi postaja vse bolj priljubljen in tekmovalen. Zato mnogi športniki in njihovi straži posegajo po različnih načinih za doseganje boljših rezultatov. Z vseh strani so deležni različnih mnenj, nasprotujočih si informacij o varnosti in učinkovitosti treninga moči med mladimi. Starši se sprašujejo, če bo njihov otrok pridobil na mišični masi, če se bo športna zmogljivost izboljšala, če je trening varen, če so možne poškodbe ali zaviranje rasti in kateri drugi stranski učinki. Zato je pomembno, da skozi izsledke dosedanjih raziskav poskušamo odgovoriti na zastavljena vprašanja (glej str. 31).

Znanstvene izsledke je potrebno upoštevati predvsem pri vadbi moči otrok in mladostnikov, saj ima napačna vadba lahko negativen vpliv, ki lahko pusti številne posledice. O vadbi moči pri otrocih je veliko napisanega in narejenih veliko raziskav, vendar osnovni napotki za vadbo, ki bi temeljili na širšem konsenzu različnih avtorjev niso podani. Zato smo povzeli izsledke številnih raziskav (18), ki smo jih povezali tudi s svojim znanjem in izkušnjami pridobljenih v času študija na Fakulteti za šport, in jih strnili v osnovne napotke za vadbo moči v predpubertetnem obdobju.

Diplomska naloga je monografskega tipa, kar pomeni, da smo preučili raziskave, ki so navedene v mednarodnih znanstvenih bazah (Pubmed, NSCA, COBISS). Starejše raziskave, ki smo jih pregledali, so večinoma podajale zaključke, da vadba moči pri otrocih ni priporočljiva in da ima več negativnih vplivov na razvoj kot pozitivnih. Vendar so novejše raziskave, ki so bolj obširne in so vključevale več dejavnikov pokazale, da ima vadba lahko zelo veliko pozitivnih učinkov, če je pravilno sestavljena, nadzorovana in seveda prilagojena določenim skupinam. Skozi študij smo se na predavanjih in predvsem na praktičnih vajah naučili, da moramo pri vadbi moči upoštevati veliko dejavnikov, ki vplivajo na vadbo otrok in jih je potrebno pri sestavljanju vadbe upoštevati, saj le tako lahko vadbo izpeljemo optimalno in tako pričakujemo pozitivne učinke. In prav ta širši spekter upoštevanih dejavnikov, ki so jih zajemali v novejših raziskavah je prispevali k drugačnim, boljšim zaključkom. Moramo se zavedati, da so otroci še vedno v fazi razvijanja in odraščanja, zato mora biti ta vadba prilagojena njim, njihovem starostnemu obdobju in njihovem razvoju ter seveda za njihov napredek.

1.1 Moč

Moč je fizikalno opredeljena kot delo opravljeno v času. Ko govorimo o moči kot gibalni sposobnosti, ta definicija pogosto ni ustrezna, saj moč lahko obravnavamo z različnih vidikov. Zlasti v slovenski terminologiji zasledimo izraz mišična moč tudi takrat, ko gre v resnici za mišično silo (časovno odvisno ali neodvisno). Literatura deli mišično moč v glavnem po manifestnem (odrivna, suvalna, metalna,...), topološkem kriteriju (noge in medenični obroč, trup, roke in ramenski obroč) in akcijskem kriteriju (največja moč, hitra moč, vzdržljivost v moči) (Strojnik, 2010). Če zavzamemo takšen odnos do delitve gibalnih sposobnosti, smo praviloma podobno naravnani tudi pri izboru sredstev za njihov razvoj. Bolj smiseln je funkcionalen pristop, ki izhaja iz osnovnih mehanizmov neke manifestacije. Tako bo na primer vadba moči slonela na sredstvih za izboljšanje aktivacije, medmišične koordinacije in povečevanje mišične mase, funkcionalna anatomija pa bo temelj izbora vaj (Šarabon v Škof, 2007).

1.1.1 Struktura moči

Natančno poznavanje strukture moči je ključno za razumevanje in pravilno načrtovanje vadbe. Kot že omenjeno v zgornjem odstavku poznamo manifestno strukturo moči, kjer že sama beseda pove, da je delitev moči po tem kriteriju odvisna od načina manifestacije moči. Tako na osnovi manifestne strukture delimo moč na (Strojnik, 2010):

- Odrivno moč
- Sprintersko moč
- Metalno moč
- Suvalno moč
- Udarno moč

Manifestna struktura je dostopna našemu opazovanju, saj nam že ime posameznega sklopa pove, kje se ta moč odraža in pa tudi, kako to moč razvijamo in vadimo. Poleg nje poznamo tudi latentno strukturo, ki pa jo lahko razdelimo na dva dela, in sicer topološko in akcijsko (Strojnik, 2010).

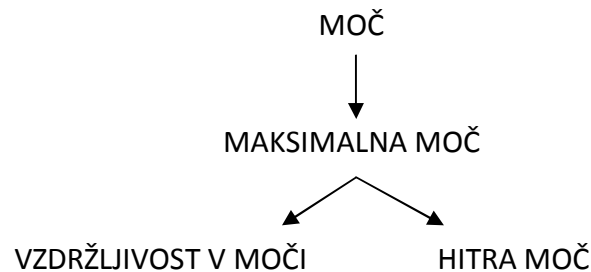
Topološka delitev:

- Moč rok
- Moč trupa
- Moč nog

Topološka delitev nam pove, da je na primer, vadba za moč nog neodvisna od moči rok in/ali moči trupa ter obratno. To pomeni, da vadba moči deluje lokalno oz. vadba za izboljšanje moči trupa ne bo izboljšala moči nog ali moči rok. Poleg topološke delitve je za pravilno načrtovanje vadbe moči pomembna tudi akcijska delitev. Poznamo:

- Maksimalno moč
- Hitra moč
- Vzdržljivost v moči

Pomembno je poudariti, da je akcijska struktura moči hierarhično organizirana (Slika 1). Maksimalna moč je nadrejena hitri in vzdržljivostni moči. To pomeni, da bo napredek v maksimalni moči izboljšal tudi hitro in vzdržljivostno moč, medtem ko napredek v hitri ali vzdržljivostni moči ne bo izboljšal maksimalne moči.



Slika 1: Hierarhična struktura moči (Strojnik, 2010)

Ne glede na vrsto moči, mišica lahko razvija silo z različnimi načini naprežanja, ki pa imajo svoje fiziološke zakonitosti. Poznamo izometrično, koncentrično in ekscentrično in ekscentrično – koncentrično mišično naprežanje. Osnovna značilnost izometričnega naprežanja je, da kljub naprežanju mišice, mišična pripoja ostajata konstantno oddaljena. Sila bremena, ki deluje na mišico pa je enaka sili mišice. Ko govorimo o koncentričnem mišičnem naprežanju, pa je osnovna lastnost ta, da se zaradi mišičnega naprežanja mišična pripoja približujeta. Tukaj pa je sila bremena, ki jo mora mišica premagati, manjša od sile mišice. Drugače pa je pri ekscentričnem mišičnem naprežanju, kjer se mišična pripoja kljub naprežanju mišice oddaljujeta. Do tega pa pride, ker je sila, ki jo razvije mišica pri ekscentričnem naprežanju, manjša od sile bremena. Kadar pa govorimo o ekscentrično - koncentričnem naprežanju pa je najpomembnejša lastnost ta, da se mišična pripoja kljub naprežanju mišice najprej oddaljujeta, nato pa se v kratkem času začneta približevati. Sila bremena je na začetku večja od sile, ki jo lahko razvije mišica, v drugem delu pa postane sila bremena manjša od sile mišice.

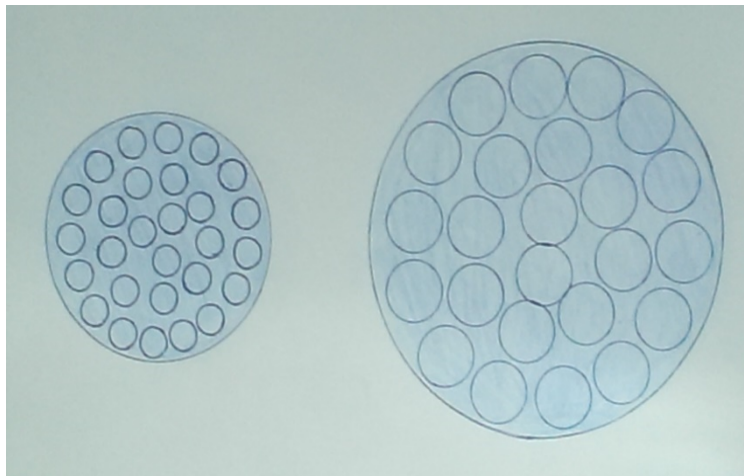
1.1.1.1 Maksimalna moč

Maksimalna moč je opredeljena kot največje breme, ki ga lahko pri predpisani tehniki dvignemo samo enkrat ali kot največja sila, ki jo lahko posameznik razvije v določenem položaju v sklepu ali položaju telesa (Dolenec, 2008). Na maksimalno moč vplivajo mišični dejavniki ter živčni dejavniki.

Mišični dejavniki, ki vplivajo na maksimalno moč so:

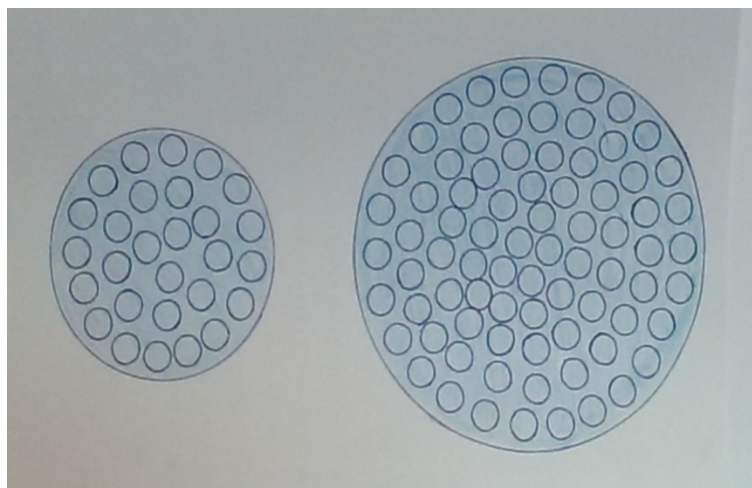
- Prečni presek mišičnih vlaken
Mišična moč je pozitivno povezana s prečnim presekom mišice. Večji prečni presek pomeni večjo moč. Povečanje le tega je posledica povečanega števila aktinskih in miozinskih vlaken v mišici. To se vidi pri fiziološkemu preseku mišice, ki mišico prereže pravokotno glede na potek mišičnih vlaken. Ko se vlakna zadebelijo (povečanje velikosti

vlaknen nastaja na račun hipertrofije) se to pokaže kot povečan mišični presek. Prečni presek pa se lahko poveča tudi z delitvijo mišičnih vlaknen.



Slika 2: Hipertrofija - povečanje velikosti mišičnih vlaknen (osebni arhiv)

Na Sliki 2 vidimo, kako pri hipertrofiji z vadbo pride do povečanja velikosti mišičnih vlaknen. Krogi v malem krogu prikazujejo prvotno stanje mišice, drugi večji krog, pa prikazuje povečano mišico, ki je nastala z vadbo in sicer krogi prikazujejo, da se je povečala velikost mišičnih vlaknen.



Slika 3: Hiperplazija - povečanje števila mišičnih vlaknen (osebni arhiv)

Na Sliki 3 vidimo primer kako z vadbo nastopi povečanje števila mišičnih vlaknen. Povečanje števila vlaknen je posledica hiperplazije. Krogi v malem krogu prikazujejo prvotno stanje mišice, krogi v večjem krogu pa prikazujejo, kako z vadbo pride do povečanja mišične mase in sicer vidimo, da se poveča število mišičnih vlaknen (velikost ostaja enaka), ker pride do delitve mišičnih vlaknen.

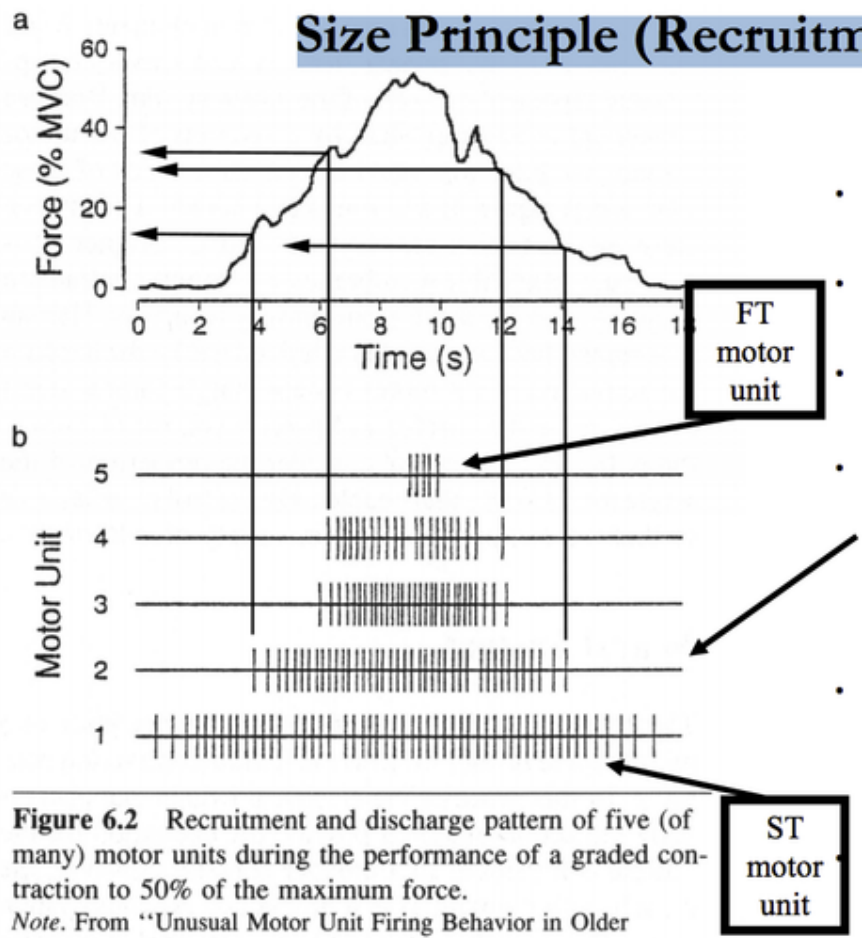
- Razmerje mišičnih vlaken

Za razlikovanje tipov mišičnih vlaken se upoštevajo histokemične, biokemične in molekulske lastnosti. Za merjenje uporabljajo tri tipe encimov, in sicer 1. tip določa hitrost krčenja, 2. in 3. tip pa predstavljata metabolično osnovo. Glede na te meritve obstajata 2 shemi določanja mišičnih vlaken. Prva shema vlakna deli glede na osnovi miozin ATP-aze in sicer na tip I (počasno krčljiva vlakna), tip IIa in tip IIb (oboja hitro krčljiva vlakna). Druga shema pa za delitev uporablja encime za hitrost kontrakcije (miozin ATP-aze), aerobne kapacitete (SDH in NADH-TR) in anaerobne kapacitete (fosforilaza in alfa-GPD). Ta shema pa razdeli vlakna na počasna oksidativna (tip SO), hitra oksidativna-glikolitična (tip FOG) in hitra glikolitična (tip FG) (Strojnik, 2009). Torej poznamo hitra mišična vlakna (to so bela mišična vlakna, ki jih delimo na vzdržljiva in utrudljiva). Ta lahko opravljajo zelo intenzivne napore in hitre kontrakcije, vendar se tudi zelo hitro utrudijo. Počasna mišična vlakna (to so rdeča vlakna, ki so bolj vzdržljiva), lahko opravljajo dolgotrajnejše napore, vendar pri nižji intenzivnosti. Torej, večje kot je število hitrih mišičnih vlaken večjo silo lahko razvije mišica.

Živčni dejavniki, ki vplivajo na maksimalno moč:

- Rekrutacija

Rekrutacija motoričnih enot je rezultat številnih fizioloških procesov, ki so potrebni, da se izvede mišično naprežanje. Aktivacija motoričnih enot je izvedena v določenem zaporedju. Zaporedje rekrutacije motoričnih enot je določeno z njihovo velikostjo (Strojnik, 2009). Majhne motorične enote se rekrutirajo prve, večje motorične enote zadnje, kar imenujemo Hennemanov princip (Strojnik, 2009). Ko se mišična sila povečuje, se aktivirajo oziroma rekrutirajo dodatne motorične enote in ostanejo aktivirane dokler se sila ne zmanjša (Strojnik, 2009). Ko se sila zmanjša, se motorične enote v obratnem vrstnem redu zaporedno izključijo (zadnja motorična enota se izključi prva).



Slika 4: Hennemanov princip (BIOM – Lecture 1 – T2)

Na Sliki 4 je prikazan Hennemanov princip delovanja motoričnih enot. Kot smo že omenili, se pri rekrutaciji najprej aktivirajo majhne motorične enote, zadnje pa se rekrutirajo večje motorične enote.

- **Frekvenčna modulacija**
 Mišična sila je posledica različnih kombinacij števila aktiviranih motoričnih enot (rekrutacije) in frekvenca, s katero motorični nevroni prožijo akcijske potenciale. Mišična sila se najprej povečuje tako, da se vključi čedalje več motoričnih enot. Ko so vse motorične enote vključene pa se sila poveča zaradi večje frekvenca sproženja akcijskih potencialov. Velikost mišične sile pa ni odvisna le od rekrutacije motoričnih enot in frekvenca sproženja akcijskih potencialov, ampak tudi od vzorca akcijskih potencialov.
- **Sinhronizacija motoričnih enot**
 Za nadaljnje povečanje mišične sile pa je odgovorna sinhronizacija motoričnih enot. Sinhronizacija motoričnih enot pa meri stopnjo povezanosti med sproženjem posameznih motoričnih enot. Če je sproženje prve motorične enote, glede na sproženje druge motorične enote slučajno (neodvisni v času), pravimo, da je asinhrono. Ko pa sproženje druge motorične enote ni popolnoma neodvisno, je aktivnost sinhrona. Velikost

sinhronizacije med pari motoričnih enot predstavlja variabla, na katero vplivajo različni faktorji, kot so vrsta naloge, vrsta motoričnih nalog in mišic, udeleženih v nalogi, ter vrsta običajne telesne aktivnosti merjenca. Večja sinhronizacija motoričnih enot, povzroči hitrejše naraščanje sile v mišici.

1.1.1.2 Hitra moč

Hitra moč je sposobnost, da neko breme pospešimo s kar največjim pospeškom, navadno iz mirovanja do največje možne hitrosti (Ušaj, 2003) ali razvijemo čim večjo silo v čim krajšem času (Strojnik, 2010). Živčno – mišični dejavniki, ki vplivajo na produkcijo hitre moči, so odvisni od vrste mišičnega naprežanja.

Izometrično in koncentrično naprežanje

Mišični dejavniki, ki pomembno prispevajo k silovitosti izometričnega in koncentričnega mišičnega naprežanja, so (Strojnik, 2010):

- Prečni presek mišičnih vlaken - večji kot je prečni presek mišice, večja je sila mišice.
- Dolžina mišičnih vlaken - dolžina mišice je povezana s hitrostjo izvedbe giba, torej daljša kot je mišica, večja je hitrost.
- Razmerje mišičnih vlaken (hitra in počasna vlakna) - večje kot je število hitrih mišičnih vlaken v mišici, večja je sila, ki jo razvije mišice.

Živčni dejavniki, ki pomembno prispevajo k silovitosti izometričnega in koncentričnega mišičnega naprežanja, so (Strojnik, 2010):

- Števila vključenih motoričnih enot – več motoričnih enot pomeni večjo silo.
- Frekvenčna modulacija
Večja kot je frekvenca živčnih impulzov, boljša je aktivacija večjih in močnejših motoričnih enot.
- Sinhronizacija motoričnih enot
Večja kot je sinhronizacija motoričnih enot, hitrejše je naraščanje sile v mišici.
- Medmišična koordinacija
Dobro medmišično koordinacijo omogoča zaporedje, s katerim se mišice vključujejo v premagovanje napora, ter usklajenost s katero se hkrati sprošča antagoniste ter aktivira tiste mišice, ki predstavljajo oporo aktivnim mišicam.
Boljša kot je medmišična koordinacija, bolj ekonomično je lahko gibanje izvedeno, in tudi z večjo silovitostjo.

Ekscentrično-koncentrično naprežanje

Ekscentrično – koncentrična kontrakcija ima svoje posebnosti, zato poleg že naštetih mišičnih dejavnikov (prečni presek mišice, število počasnih in hitrih motoričnih enot), vpliva tudi elastičnost mišic in kit na silovitost izvedbe (prirastek sile v času). Večja kot je elastičnost mišic in tetiv, več je shranjene elastične energije.

Prav tako so pomembni tudi živčni dejavniki, ki so opredeljeni v nadaljevanju:

- Predaktivacija – vzpostavljeni prečni mostički v mišici povečajo njeno togost, kar povzroči večje raztezanje tetive, boljšo kontrolo kota v sklepu in učinkovitejše upiranje zunanjim silam.
- Refleksna aktivacija (miotatični refleks) – miotatični refleks poveča silo v mišici, in sicer kratka latenca refleksa poveča mišično aktivacijo 30 ms po raztegu mišice, srednja 60 ms in dolga 90 ms po začetku raztega.
- Refleksna inhibicija (golgijev refleks) - pomeni, da refleks povzroči zmanjšanje sile v mišici. Tako golgijev refleks ščiti mišice in kite pred prevelikimi silami, ki lahko nastanejo pri mišični kontrakciji in lahko poškodujejo mišično-kitni kompleks. Golgijev kitni refleks deluje tako, da se ob deformaciji lb aference, ki sledi močni kontrakciji mišice, v lb vlaknu tvorijo impulzi, ki potujejo od inhibitornega vmesnega nevrona (sprejema dražljaje iz različnih virov), ki deluje inhibitorno na alfa motonevrone agonista in ekscitatorno na alfa motonevrone antagonist.
- Znotrajmišična in medmišična koordinacija
Pri znotrajmišični koordinaciji je pomembna uskladitev aktivnosti aktivacije mišice in inhibicijskih refleksov, pri zelo silovitih krčenjih mišic.
Dobro medmišično koordinacijo pa omogoča zaporedje, s katerim se mišice vključujejo v premagovanje napora ter usklajenost s katero se hkrati sprošča antagoniste ter pasivno aktivira tiste mišice, ki predstavljajo oporo aktivnim mišicam.

1.1.1.3 Vzdržljivost v moči

Vzdržljivost v moči je opredeljena kot premagovanje bremen daljši čas ali kot ohranjanje mišičnega napreznja čim daljši čas (Dolenec, 2008). Najpomembnejši živčno-mišični dejavniki, ki vplivajo na produkcijo vzdržljivosti v moči, ne glede na vrsto mišičnega napreznja, so:

Mišični dejavniki:

- Zakislenost negativno vpliva na delovanje energijskih procesov v telesu. Do nje pride zaradi nizkega pH. Zakislenost pa zmanjšujemo s pufrskim sistemom, ki omogoča nevtralizacijo vodikovih ionov in porast pH-ja v mišici.
- Obnova energijskih snovi, ki lahko traja različno dolgo, od nekaj minut do nekaj dni, odvisno od vrste napora. Najbolj značilno gorivo, ki ga mišice porabljajo je adenzintrifosfat (ATP). Najuspešnejše obnavljanje porabljenega adenzintrifosfata (ATP) pa omogoča kreatinfosfat (CrP), ki se prav tako nahaja v mišici. Ti dve gorivi sta po hitrosti obnovljivosti najprimernejši. Kot gorivo pa služita tudi glikogen in maščobe, vendar sta glede na hitrost obnovljivosti slabša.

Živčni dejavniki:

- Ohranjanje nivoja aktivacije in medmišične koordinacije.

1.1.2 Metode za razvoj moči

Metode za razvoj moči temeljijo na topološki in akcijski strukturi moči ter živčno-mišičnih dejavnikih, ki pomembno prispevajo k razvoju maksimalne, hitre in vzdržljivostne moči. Poznane metode vadbe temeljijo tudi na osnovnih zakonitostih že opisanih načinov mišičnega naprežanja (izometričnem, koncentričnem, ekscentrično-koncentričnem in ekscentričnem). Tako poznamo različne metode za vadbo moči. Z nekaterimi vplivamo predvsem na mišične dejavnike, z drugimi pa predvsem na živčne dejavnike.

Metode maksimalnih mišičnih naprežanj

S to metodo vplivamo predvsem na nivo aktivacije mišice in sicer na boljšo znotraj-mišično koordinacijo. Pri tej metodi ne pride do povečanja mišične mase, pridobimo pa na izboljšanju aktivacije mišice. Pri vadbi se uporabljajo eksplozivna in maksimalna naprežanja (več kot 90%) in supramaksimalna bremena (150%). Za dobre rezultate je pomembna spočitost, tako v vadbeni enoti kot tudi znotraj mikrociklusa. Metoda uporablja različna naprežanja, zato so se razvile tudi številne različice le-te:

- Metoda, ki uporablja kvazi maksimalna naprežanja (breme 90%, 3-6 ponovitev, 3-5 serij, odmor 5 minut)
- Metoda, ki uporablja maksimalna koncentrična naprežanja (breme 100%, 1 ponovitev, 3-5 serij, odmor 5 minut)
- Metoda, ki uporablja maksimalna ekscentrična naprežanja (breme 130-150%, 5 ponovitev, 3-5 serij, odmor 5 minut)
- Metoda, ki uporablja maksimalna ekscentrično-koncentrična naprežanja (breme 70-90%, 6-8 ponovitev, 3-5 serij, odmor 5 minut)
- Metoda, ki uporablja maksimalna izometrična naprežanja (breme 100%, 2 ponovitve, 3-5 serij, odmor 5 minut)

Metode ponovljenih submaksimalnih mišičnih naprežanj

S to metodo vplivamo predvsem na mišične dejavnike in z njo povečujemo mišično maso. Zaradi uporabe submaksimalnih bremen (60-80%), ter tekočega tempa izvajanja ponovitev vplivamo tudi na večjo vzdržljivost v moči. Pri tej metodi pride do izčrpanja mišic.

- Standard metoda 1 (breme 80%, 8-12 ponovitev, 3-5 serij, odmor 1-2 minuti)
- Standard metoda 2 (breme 70%, 12 ponovitev, 1 serija; breme 80%, 10 ponovitev, 2 serije; breme 85%, 7 ponovitev, 3 serije; breme 90%, 5 ponovitev, 4 serije; odmor 3 minute)
- Bodybuilding ekstenzivna (breme 60-70%, 15-18 ponovitev, 3-5 serij, odmor 1-2 minuti)
- Bodybuilding intenzivna (breme 85-95%, 5-8 ponovitev, 3-5 serij, odmor 3 minute)

Mešana metoda

Pri tej metodi vplivamo na živčne dejavnike (znotraj mišično in medmišično koordinacijo). Pride do izboljšanja hitre moči, saj se uporabljajo eksplozivna, maksimalna koncentrična naprežanja, ter submaksimalna bremena (35-50%). Pri tej metodi je prav tako pomembna spočitost, priporoča pa se uporaba ročk, ter prostih uteži.

- Metoda hitre moči (breme 35-50%, 5-7 ponovitev, 3-5 serij, odmor 5 minut)

Reaktivne metode

To je tudi metoda s katero vplivamo predvsem na živčne dejavnike pri ekscentrično-koncentričnem načinu mišičnega naprežanja. Pri tej metodi vadba poteka večinoma brez dodatnih bremen. Potrebna je primerna aktivacija mišice, zato je pomembna spočitost. Uporabljamo različna sredstva, kot so:

- Poskoki (6-12 ponovitev, 3 serije, odmor 5 minut)
- Skoki (6-10 ponovitev, 3 serije, odmor 5 minut)
- Globinski skoki (6 ponovitev, 3-5 serij, odmor 5 minut)
- Poskoki z bremenami (breme se izmeri, 6-8 ponovitev, 3 serije, odmor 5 minut)

Metode vzdržljivosti v moči

Pri tej metodi vplivamo na mišične dejavnike. Uporabljamo mala bremena (25-60%), da lahko izvajamo veliko število ponovitev, kjer pride do izčrpanosti. Med vajami so kratki odmori.

- Ekstenzivna metoda (breme 30-50%, trajanje 30-60 sekund, odmor 25-90 sekund, 3-5 serij)
- Intenzivna metoda (breme 50-60%, trajanje 20-30 sekund, odmor 10-60 sekund, 3-5 serij)

Za vadbo moči imamo veliko izbiro sredstev, ki jih lahko pri vadbi uporabimo. Vendar moramo biti pozorni in upoštevati sposobnosti vadečih, katerim je vadba namenjena.

1.1.3 Sredstva za razvoj moči

Za vadbo moči lahko uporabljamo različna sredstva. Izbira le teh pa je odvisna od cilja vadbe in sposobnosti in starosti vadečega. Cilj vadbe opredeli metodo vadbe, vrsto naprežanja in sredstva, ki jih lahko uporabimo. Najpogosteje uporabljena sredstva pri vadbi moči so:

Vaje z lastno telesno težo

- So osnovne vaje za moč, ki so vsem znane in jih lahko izvajamo v naravi ali v telovadnici, saj z njimi premagujemo samo lastno težo telesa, tako da ne potrebujemo pripomočkov. Vaje si lahko prilagodimo, olajšamo ali otežimo.

Vaje s prostimi utežmi

- Proste uteži ponujajo možnost bolj situacijskih in funkcionalnih obremenitev, saj so vaje s prostimi utežmi podobne običajnim gibom, ki jih izvajamo v vsakdanjem življenju. Pri vajah s prostimi utežmi pa v gibanje vključujemo večje število mišic. Vključujemo tudi stabilizatorje, ki skrbijo za pravilen položaj telesa in sklepov med izvajanjem vaj. Trening s prostimi utežmi zahteva tudi večjo prilagoditev živčnega

sistema. Pri vajah s prostimi utežmi moramo biti pozorni na pravilen izvedbeni položaj in stabilizacijo telesa med samo izvedbo vaj.

Vaje na navadnih trenažerjih

- Trenažerji nudijo možnosti zelo nadzorovanega gibanja in varovanja (Šarabon v Škof, 2007). Vsak trenažer razvija moč točno določene mišice ali mišične skupine. Obremenitev je mogoče točno količinsko določiti, izhodiščni položaj za posamezno vajo je določen, mogoča je individualna prilagoditev naprav za tehnično pravilno gibanje. Naprave vplivajo na moč celega telesa (Bizjan, 2004).



Slika 5: Fitnes naprave prilagojene za otroke (http://i100.i.aliimg.com/img/pb/368/070/378/378070368_297.jpg)

Slika 4 prikazuje nekaj naprav otroške velikosti, ki so jih naredili posebej za vadbo otrok. Nekatere raziskave so že zajemale uporabo naprav otroških velikosti in pokazale, da vadba na teh napravah zagotovi podobne rezultate kot vadba na napravah za odrasle

Vaje na egometrih, izokinetičnih in hidravličnih trenažerjih

- Izokinetične naprave - imajo enakomerno hitrost gibanja, sila odpora pa je enaka sili s katero delujemo na napravo. Vaje na izokinetični napravi so dinamičnega upora, kjer se vadba izvaja s konstantno kotno hitrostjo, ki omogoča maksimalno krčenje v celotnem območju gibanja. Maksimalna sila, ki je lahko dosežena v kateri koli točki giba in hitrost gibanja, vplivata tudi na silo giba.



Slika 6: Izokinetične naprave (Fizikalna terapija NADO)

Na Sliki 1 so prikazane izokinetične naprave, s katerimi se opravljajo testiranja določenih mišičnih skupin.

- Hidravlične naprave - pri njih potiskamo tekočino iz enega valja v drugega, odpor pa je možno spreminjati. Skozi celotno amplitudo gibanja delujemo z največjo silovitostjo. Pri hidravličnih napravah v eno stran delajo ene mišice, v drugo stran pa nasprotno mišice.



Slika 7: Hidravlična naprava (Hidravlični fitness HYDRAGYM)

Na Sliki 2 je prikazana hidravlična naprava, na kateri krepimo mišice rok. Naprava je primerna za vadbo iztegovalk in upogibalk rok.

Izbira sredstev vadbe mora temeljiti tudi na predznanju vadečega in starosti. Posamezna starostna obdobja otrok imajo svoje zakonitosti, ki jih moramo pri načrtovanju in izvajanju vadbe moči otrok tudi upoštevati. Poznavanje biološkega razvoja otroka je tako eden ključnih dejavnikov učinkovite vadbe moči

1.2 Biološki razvoj

Otrokovo »potovanje« v odraslost je proces spreminjanja človeka (Malina in Bouchard, 1991 v Škof in Kalan, 2007). Čas otroštva in odraščanja je čas burnega procesa rasti in razvoja.

Biološki razvoj lahko označimo kot proces kvantitativnih in kvalitativnih sprememb, ki se zgodijo od spočetja do obdobja polne biološke zrelosti. Navadno v prvih dveh dekadah življenja. Tako v ožjem biološkem smislu razvoj pomeni proces celičnih delitev, njihovo rast (kvantitativne spremembe) in diferenciranje njihove funkcije ter s tem spreminjanje funkcije posameznih organskih sistemov (kvalitativne spremembe) (Škof in Kalan, 2007).

Razvoj obravnava pojavljanje in razvijanje otrokovih sposobnosti na fiziološkem, psihomotoričnem, kognitivnem in čustveno-socialnem področju. S spoznavanjem človekovega razvoja skušamo odkriti zakonitosti dogajanj v organizmu med odraščanjem – katere spremembe, kdaj in v kakšni dinamiki se pojavljajo v organizmu od rojstva dalje. V času rasti (od rojstva do odraslosti) se telesna masa človeka poveča za več kot 20-krat. Vzporedno se povečuje velikost skeleta, mišic, večine organskih sistemov, poveča se produkcija energije.

Biološki razvoj opredeljujejo: telesni ali somatski razvoj, spolni razvoj, razvoj živčnega sistema, razvoj hormonskega sistema in gibalni razvoj. Proces rasti uravnava hormonski sistem. Dinamika telesne rasti je v različnih obdobjih biološkega razvoja različna (Škof in Kalan, 2007).

Obdobja biološkega razvoja

Obdobje od rojstva do odraslosti biologi (Tomazo-Ravnik, 1999 v Škof in Kalan, 2007) običajno razdelijo v štiri razvojna obdobja. Vsako ima svoje časovne okvire in specifične značilnosti. Ločijo:

1. **Obdobje dojenčka in malčka** obsega približno prvi dve leti in pol življenja oziroma do končnega prodora mlečnega zobovja. Prepoznavno je po zelo hitri telesni rasti.
2. **Zgodnje otroštvo** traja od približno 2 let in pol do zaključka predšolskega obdobja; do 6 let ali do prodora prvega stalnega zoba. V zgodnjem obdobju otroštva se rast zelo umiri. To je obdobje zelo hitrega razvoja živčnega sistema in osnovnih gibalnih spretnosti.
3. **Srednje/pozno otroštvo** je obdobje nižjih razredov osnovne šole; do 10. leta za dekleta in do 12. leta za fante. To je obdobje relativno stabilne in umirjene rasti in obdobje, ko se pojavijo prvi znaki diferenciacije.

4. **Mladostništvo** (adolescenca) je razvojno obdobje, ki traja pri dekletih od desetega do šestnajstega leta, pri fantih pa od 12. do 18. leta. V tem obdobju pride do polnega razvoja telesnih sistemov tako v strukturnem kot funkcionalnem pomenu.

Obdobje mladostništva zajema **pred puberteto**, ki traja približno dve leti (od 10. do 12. leta pri dekletih in od 12. do 14. leta pri fantih) in puberteto, s katero se obdobje mladostništva zaključí. Osnovni značilnosti tega razvojnega obdobja sta hitra telesna rast (pubertetni sunek rasti) in spolni razvoj – razvoj spolnih sekundarnih znakov, ki se začne s spremembo dejavnosti živčnega sistema in burnim odzivom in spremembami hormonskega sistema (Škof in Kalan, 2007).

Za razumevanje učinkov športne vadbe in za ustrezno izbiro sredstev in metod pri razvoju gibalnih sposobnosti mladih ljudi v različnih starostnih obdobjih je zlasti pomembno poznavanje značilnosti njihovega telesnega in gibalnega razvoja.

Obdobje mladostništva, ki je prehod med otroštvom in odraslostjo, se začne s predpuberteto. Nastop predpubertete prekine umirjeno rast, ki je bila značilna za otroško obdobje, in povzroči burne morfološke, fiziološke in vedenjske spremembe.

1.2.1 Sestava telesa

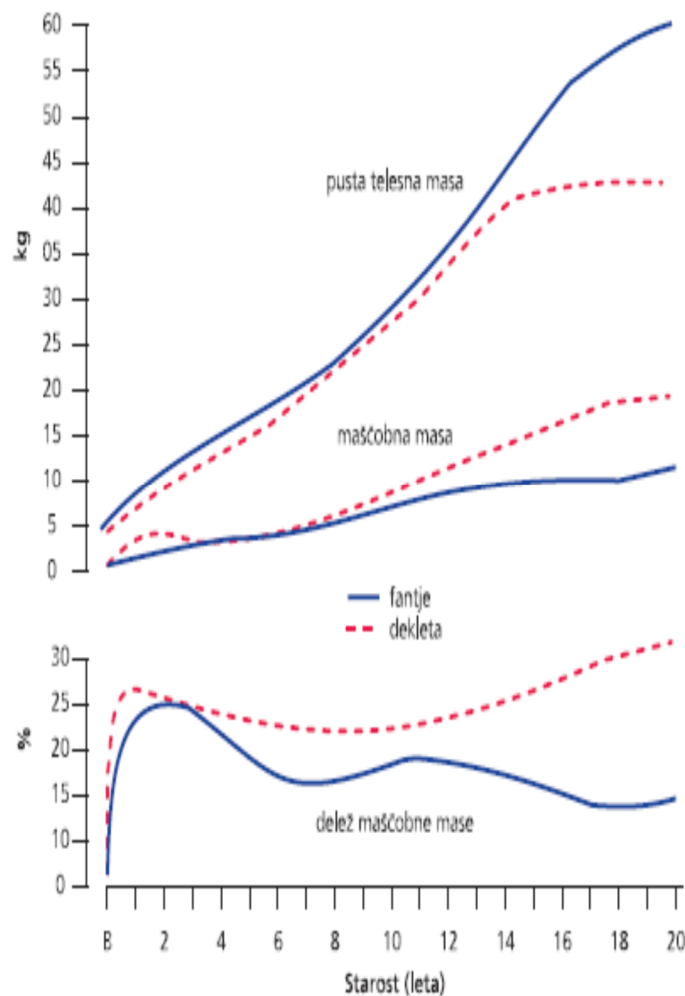
Telesni razvoj otroka in mladostnika pomeni spreminjanje njegovih telesnih mer (proces rasti) in sestave njegovega telesa (proces zorenja – biokemičnega spreminjanja). Med najpomembnejše telesne dimenzije in mere telesne sestave spadajo: telesna višina in nekatere ostale longitudinalne mere, telesna masa s posameznimi komponentami telesne mase (sestava telesa, indeks telesne mase, površina telesa in telesna gostota oziroma količina telesne tekočine). Dinamika telesne rasti je v različnih obdobjih biološkega razvoja različna (Škof in Kalan, 2007).

Za ugotavljanje debelosti, je po svetu najbolj znana metoda izračuna indeks telesne mase (BMI), ki ga izračunamo tako, da težo v kilogramih delimo s kvadratom telesne višine v metrih (Starc, 2011). Vendar pa si s tem podatkom ne moremo veliko pomagati, razen, da ugotovimo prekomerno težo, saj nam ne da rezultatov o sestavi telesa (maščobni delež, mišični delež). Moramo pa se zavedati, da se lahko sestava telesa spreminja kljub temu da telesna višina ostaja enaka. V obdobju pred puberteto ni bistvenih razlik med dečki in deklicami v deležu nemaščobne telesne mase, kostne mase in mase maščobnega tkiva. Glavne in najbolj opazne razlike se pojavijo v puberteti, vendar v predpubertetnem obdobju opazimo večjo telesno rast in telesno maso pri dekletih, ki se začne okrog 10. leta starosti. Pri dečkih pa ta rast nastopi dve leti pozneje, že na vstopu v puberteto.

1.2.2 Mišično-kostni sistem

Delež mišične mase z odraščanjem narašča. Ob rojstvu predstavlja mišično tkivo 23 – 25 % telesne mase dojenčka, mladi odrasli moški imajo povprečno 52 %, ženske pa okrog 42 % mišične mase. Ne spreminja se le mišična masa, temveč se spreminjajo metabolične, arhitekturne in kontraktilne lastnosti mišične celice. Vzporedno z zmanjševanjem količine

vode v mišični celici se povečuje prisotnost dušika, kar stimulatивно vpliva na sintezo – rast mišičnih proteinov. Kemična struktura mišice dozori že v obdobju adolescence. Z rastjo se delež zunajceličnih ionov Na in Cl zmanjšuje, znotrajceličnih K in P pa povečuje. Mišična celica otroka ima nižje zaloge ATP in nižje koncentracije glikolitičnih encimov kot odrasla mišica. Vendar koncentracija ATP-ja doseže največje vrednosti že pred sunkom rasti oz. pred začetkom predpubertetnega obdobja (Škof in Kalan, 2007).



Slika 8: Rast puste telesne mase in maščobne mase a) in delež maščobne mase b) od rojstva do zrelosti pri različnih spolih (prirejeno po Malina, Bouchard in Bar-Or, 2004; z dovoljenjem Human Kinetics, v Škof in Kalan, 2007)

Na Sliki 7 vidimo, kako se skozi razvoj spreminjata delež maščobne mase in puste telesne mase. Skozi razvoj se ne spreminja le delež, ampak tudi kemične lastnosti tkiv.

Mišični glikogen je približno enak pri otrocih kot odraslih. Tudi oksidativna sposobnost mišice je v zelo zgodnjem obdobju otroštva nizka, vendar se že ob koncu otroškega obdobja zelo hitro razvije. Tudi raziskave na živalih kažejo, da se oksidativna sposobnost mišice v zgodnjem obdobju razvija zelo hitro, glikolitična pa počasneje. To v določeni meri razloži

razlike v učinkovitosti otrok in mladostnikov na različnih ravneh vzdržljivosti (Škof in Kalan, 2007).

Z rastjo in razvojem se spreminja tudi tip mišičnih vlaken. Ob rojstvu ima dojenček 40% počasnih mišičnih vlaken (Tip I), 45% hitrih mišičnih vlaken (Tip II; 35% HOG (Tip II a) in 10% HG (Tip II b)) in 15% nedefiniranih vlaken. Pri 5ih letih starosti, pa ima otrok 60% počasnih mišičnih vlaken in 40% hitrih mišičnih vlaken (Malina, Bouchar in Bar-Or, 2004 v Škof in Kalan, 2007).

Na povečevanje mišične mase vplivata dva dejavnika, in sicer se spreminja premer mišičnih vlaken in njihova dolžina. S povečevanjem dolžine vlaken se povečuje tudi število celičnih jeder v mišici. Pri dečkih število jeder naraste za 14-krat, pri deklicah za 10-krat od rojstva do odrasle dobe. Mišična masa pa se povečuje predvsem na račun hipertrofije. Na povečanje premera mišičnih vlaken tako vpliva povečanje števila aktinskih in miozinskih vlaken v posameznem mišičnem vlaknu, zaradi tega se vlakna debelijo, kar navzven vidimo kot povečan presek celotne mišice. In ker ima mišično vlakno več aktinskih in miozinskih vlaken, se lahko aktivira večje število prečnih mostičkov in zato je možna tudi večja sila mišičnega krčenja (Strojnik, 2010).

Za razvoj mišične mase moramo poznati tudi spremembo kontraktilnih lastnosti mišice skozi rast in razvoj. Kontraktilne lastnosti motorične enote so hitrost krčenja, sila motorične enote in utrudljivost. Za nas je pomembna predvsem hitrost krčenja in sicer je osnovna kontraktilna lastnost motorične enote skrček. Skrček je odziv mišice (sila-čas) na enkratno obremenitev. Odziv skrčka pa se določa s tremi meritvami: kontrakcijski čas, jakost največje sile, čas polovične relaksacije. Kontrakcijski čas se uporablja kot mera hitrosti kontraktilnega aparata (to je čas od začetka naraščanja sile pa do najvišje vrednosti sile). Polovični relaksacijski čas meri hitrost sproščanja mišice (to je čas, ki je potreben, da sila pade za polovico najvišje vrednosti). Če je kontrakcijski čas dolg, je motorična enota počasi krčljiva (slow-twitch), kadar pa je kontrakcijski čas kratki, pa je motorična enota hitro krčljiva (fast-twitch). Kontrakcijski čas naj bi bil torej krajši pri otrocih, mladostnikih in odraslih do 50. let. Po 50. letu pa se začnejo dogajati spremembe v deležu vlaken. Za spremembe so bolj dovzetna mišična vlakna tipa II, tako da nastaja vse več vlaken tipa I, ki so počasi krčljiva, kar pomeni da bodo kontrakcijski časi vse večji (Strojnik, 2010).

Tudi teža skeleta se z rastjo in razvojem povečuje. Skelet predstavlja okrog 15 % celotne telesne mase pri novorojenčku in okrog 16 do 17 % pri odraslem človeku pod 50 letom starosti. Pri starejših ljudeh se ta delež kostne mase zmanjša na 13 do 14 %. Skelet predstavlja najpomembnejše skladišče mineralov v telesu (zlasti Ca in P) (Vicente-Rodrigueus, 2006, v Škof in Kalan, 2007).

Rast dolgih kosti uravnava hrustančna razvojna plošča (sekundarni osifikacijski center), ki se nahaja med diafizo in epifizo dolge kosti. Kratke kosti z enojnim centrom rasti se oblikujejo prej kot dolge kosti z več sekundarnimi osifikacijskimi jedri in navadno zaključijo svoj razvoj v sredini drugega desetletja življenja. Razvoj dolgih kosti poteka dlje. Zlasti osifikacija epifiz nekaterih dolgih kosti se zaključi šele v zgodnji odraslosti (po 20. letu). Povprečna osifikacija v sekundarnih osifikacijskih centrih v večini dolgih kosti se prej začne in prej konča pri dekletih kot pri fantih. Počasen in dolgotrajen razvoj dolgih kosti (zlasti sklepnih površin)

zahteva pazljivost pri obremenjevanju in s tem pazljivost v izbiri vadbenih sredstev (Škof in Kalan, 2007).

1.2.3 Živčni sistem

Živčni in hormonski sistem predstavljata temelj telesnemu in gibalnemu razvoju, ter skupaj opravljata večino nadzornih funkcij v telesu. Živčni sistem nadzoruje mišično dejavnost, ter dejavnost notranjih organov, prav tako pa regulira tudi izločanje nekaterih endokrinih žlez in tako upravlja tudi hormonski sistem.

Za organizacijo vadbe in za njeno izpeljavo, je torej zelo pomembno, da poznamo zgradbo našega živčevja in potek delovanja, saj le tako lahko načrtujemo optimalno vadbo za otroke. Organizacija in zgradba živčnega sistema je takšna, da sta njegova dejavnost in odraz te dejavnosti v vsakem trenutku odvisni od dražljajev zunanjega sveta ali notranjih senzoričnih informacij. Temu pravimo senzorično motorična integracija živčevja (Škof in Kalan, 2007). Živčevje je sestavljeno iz osrednjega živčevja (možgani in hrbtenjača) in iz obrobnega živčevja (možganski živci ter 31 parov spinalnih živcev). Spinalno živčevje pa delimo na senzorično in motorično živčevje. Senzorično je zadolženo za prenos informacij v osrednji živčni sistem, kjer se podatki pravilno obdelajo in organizirajo primeren odgovor, ki se nato po motoričnem živčevju prenese nazaj v mišice.

Za razvoj mišic je ključnega pomena živčni sistem, ki že v predpubertetnem razvoju poskrbi za porast moči brez vidne hipertrofije mišic. K temu pripomore proces mielinizacije, posledično se izboljša znotraj mišična in medmišična koordinacija (Mišigoj-Duraković in Matković, 2007, V Kolander, 2011).

Kot smo že omenili, je za razvoj mišic zelo pomemben živčni sistem, saj ta že v predpubertetnem obdobju omogoči večjo moč otrok, k temu pa prispeva tudi proces mielinizacije. Torej proces, ki ga imenujemo mielinizacija, živcu omogoča hitrejši in bolj tekoč pretok živčnih signalov. Ta dinamičen proces se spreminja v skladu s funkcijo, ki jo ima posamezni nevron v določenem gibu. Mielinizacija se pri določenih živcih začne že v nosečnosti, nato se nadaljuje po rojstvu, ter v mladostniškem obdobju in zaključi v odraslem obdobju, pri nekaterih živcih pa celo v starostnem obdobju. Tako različna dinamika zorenja posameznih živčnih poti ima svoj razlog in je povezana z razvojem posameznih funkcij človeka. To pomeni, da se bo ob določenih športnih vadbi tudi zaradi razvoja mielinizacije živčnih poti hitrost prenosa živčnih impulzov povečevala najmanj do 20. leta starosti. Tako za veliko moč mišičnega delovanja kot za dobro medmišično koordinacijo agonistov in antagonistov pri hitrem gibanju je potrebna ustrezna mielinizacija. Z vadbo - funkcijo - prihaja do moduliranja procesov mielinizacije živčnih poti. Proces mielinizacije živčnih vlaken je v tem smislu podoben procesu hipertrofije in atrofije mišične celice, ki se odziva na funkcijo mišice (Škof in Kalan, 2007).

Torej je pri oblikovanju treninga mladih pomembno izhodišče zgoden razvoj živčnega sistema, saj se le tako lahko oblikujejo gibalni programi, kjer je lahko motorično učenje učinkovito (pomembna je gostota sinaptičnih povezav). Z rastjo in razvojem se torej spreminja tudi plastičnost živčnega sistema, kjer se možgani na različne dražljaje odzovejo

tako, da oblikujejo živčne mreže, in sicer za vsak gib lastno. Živčna mreža se širi in oži, glede na potrebe kakovostne izvedbe gibalne naloge. Živčne mreže nastajajo tako, da med nevroni CŽS nastajajo nove sinapse. Neuron odda neurotransmitterje (živčne prenašalce), receptorji sosednjega nevrona sprejmejo signal. V začetku povezava ni stabilna in se lahko izbriše, če ni stalnih ponovitev. Več kot ponovitev naredimo, več receptorjev v sinapsi nastane in s tem se povezava krepi. Torej, bolj ko nevronska mrežo treniramo z izvajanjem določene naloge, močnejše povezave med živčnimi celicami nastanejo. Sprošča se vedno več neurotransmitterja in nastane več receptorjev, kar pomeni tudi močnejši signal. Z večkratnim ponavljanjem se mreža utrdi in del te mreže se fiksira v proceduralni spomin. Za proceduralni spomin so odgovorni bazalni gangliji. Ko se vozimo s kolesom, brez da bi sploh pomislili na to, kaj delamo, bazalni gangliji narekujejo mišicam nog, kaj naj počnejo. Gibanja so avtomatizirana takrat, ko so shranjena v proceduralnem spominu. Ponavljanje določene naloge in adaptacija živčne mreže, ki ob tem nastaja - proces učenja - sta v tesni medsebojni povezanosti, soodvisnosti. Če se bistveno spremenijo periferni dejavniki (veliko večja mišična moč, stanje po poškodbi, rast v puberteti itd.), se mora tem spremembam prilagoditi (ali se na novo oblikovati) tudi živčna mreža. (Škof in Kalan, 2007).

Zorenje in razvoj živčevja je torej proces, ki se ne zaključi v otroštvu ampak se nadaljuje v adolescenco in odraslost. Vsaka izkušnja in gibalna naloga, ki jo naredimo v otroštvu in mladosti je dragocena, saj se z novimi nalogami, že nastale živčne mreže dopolnjujejo in gradijo nove.

Pri razvoju je zelo pomembna plastičnost možganov, kar pomeni, da se možgani z učenjem in zorenjem spreminjajo. Z učenjem pridobivamo novo znanje in s tem se v možganih prerazporejajo in oblikujejo nove živčne poti. Za kakovostno plastičnost je pomembna razvejanost nevronske mreže, kakovost sinaptičnih povezav in mielinizacija živčnih poti. Torej z vsako gibalno dejavnostjo, ki jo otrok izvaja v različnih starostnih obdobjih, nastaja nova živčna mreža. Z novimi gibanji se živčne mreže dopolnjujejo in gradijo nove. Pri oblikovanju novih mrež (za nova gibanja) so zelo dragocene že vzpostavljene mreže (stare izkušnje), saj gre v bistvu le za dopolnjevanje že izgrajenih. Bogate in dobro razvejane gibalne izkušnje iz otroštva torej predstavljajo ugodno biološko podlago za nadaljnji razvoj gibalne učinkovitosti v kasnejših obdobjih. Toda hkrati je treba opozoriti, da se plastičnost možganov ne zaključi v otroškem obdobju, temveč da obstaja vse življenje. Velikost in oblika živčnih celic se ne spreminjata le v zgodnjem otroškem obdobju, temveč tudi kasneje, če so za to zagotovljeni ustreznimi zunanji pogoji (Pally, 1997a in b; Powell, 2006 v Kalan, 2007). Torej lahko povzamemo, da se večina procesov odvija v otroštvu in mladostništvu, vendar pa se nadaljujejo tudi v adolescenci in odraslosti. Proces plastičnosti pa je v odraslosti toliko boljši, če obstajajo stare izkušnje, saj se potem že obstoječe mreže samo še dopolnjujejo, vendar pa to ni pogoj, saj se tudi nove izkušnje lahko v kasnejših obdobjih nadomestijo.

1.2.4 Hormonski sistem

Hipotalamus, ki se nahaja v medmožganih, je center za avtonomni živčni sistem. Avtonomni živčni sistem deluje samodejno, brez vpliva naše volje. Nadzoruje delovanje notranjih organov, oživčuje žleze in kontrolira hormonske celice sredice nadledvične žleze. Celice sredice nadledvičnih žlez izločajo hormon adrenalin in noradrenalin, ki ju skupaj imenujemo

kateholamina. Hormona sta po zgradbi in zato tudi po funkciji enaka neurotransmitru noradrenalinu, ki prenaša informacije iz zaganglijskih simpatičnih živčnih celic na izvršilni organ (efektor) (Lasan, 2005). Kateholamina se sproščata predvsem v stresnih situacijah, glavni odgovorni v stresnih situacijah pa je hipotalamus, ki glede na situacijo oblikuje ustrezen odgovor. Aktivira nadledvično žlezo, da se izloči adrenalin, preko adenohipofize pa se izloči kortizol. In nato skupaj sodelujeta pri metabolnem odgovoru, ki je borba ali beg. Preko hipotalamusa in prednjega režnja hipofize pa poteka regulacija endokrinih funkcij. Izločanje hormonov v krvni obtok je osnovni mehanizem, ki ga izrablja hipotalamus za upravljanje žlez z notranjim izločanjem. Hormoni po krvnem obtoku potujejo do hipofize, tam v prednjem režnju povzročijo sproščanje hipofiznih hormonov, ki v ustrezni žlezi povzročijo sproščanje specifičnih hormonov. Le te pa nato v ciljnem organu sodelujejo v določeni metabolični dejavnosti. Potreba in količina sproščanja pa se uravnava preko povratne zveze.

V največji meri rast v obdobju otroštva uravnavajo rastni hormon, inzulinu podobni rastni faktor in tiroksin. Največje in najpomembnejše izločanje rastnega hormona se dogaja ponoči, izloča se v sunkih. Njegovo izločanje uravnava somatostatin, ki se sprošča iz hipotalamusa. Na njegovo sproščanje vplivajo dejavniki, kot so: telesna dejavnost, stres, počitek, spanje, koncentracija glukoze in prostih maščobnih kislin v krvi ter testosteron in estrogen. Negativni vpliv na izločanje rastnega hormona ima predvsem debelost, ker vpliva na znižanje frekvence izločanja rastnega hormona.

Rastni hormon je zelo pomemben za rast in razvoj (Lasan, 2005):

- Posredno povečuje sintezo beljakovin – anabolni učinek (prenos skozi membrane, mišice, vezivno tkivo)
- Na metabolizem maščob ima katabolni učinek; aktivira lipolizo in poveča splavljenje maščobnih kislin iz maščobnih celic; poveča oksidacijo maščobnih kislin in poveča tvorbo ketonskih teles v jetrih
- Metabolizem ogljikovih hidratov; zavira oksidacijo glukoze v celicah; pospešuje glikogenolizo v jetrih

Izločanje RH v obdobju pubertete (zaradi povečanja izločanja GnRH in spolnih steroidnih hormonov) je tako pri fantih kot dekletih več kot dvakrat večje kot v predpubertetnem obdobju. Povečanje izločanja RH je zgodnejše pri dekletih. Začne se ob začetku rasti prsi – v 2. stopnji pubertetnega razvoja, po Tannerju, vrh pa doseže v 3. pubertetni stopnji. Nasprotno se pri fantih povečano izločanje zgodi kasneje (v 3. stopnji) in doseže vrh ob PHV v 4. stopnji polnega razvoja. Povprečna 24-urna dnevna vrednost RH je v tem obdobju približno 3-krat višja kot kasneje v odraslosti (Škof in Kalan, 2007). Koncentracija RH v krvi sovpada z dinamiko hitrosti telesne rasti. Največja je v prenatalnem obdobju in prvih dveh letih po rojstvu, v obdobju otroštva pa se znižuje. Značilno pa je, da se izločanje s starostjo v tem obdobju povečuje, predvsem na račun povečanih amplitud, pri čemer se frekvenca izločanja ne spreminja (Brook in Hindmarsh, 2001 v Škof in Kalan, 2007).

Pomemben člen razvoja rasti v obdobju otroštva imajo tudi hormoni ščitnice. Ščitnica, ki je prav tako endokrino žlezo, se nahaja na sprednji strani vratu pred sapnikom. V njej nastajajo trije hormoni: tiroksin, trijodtironin in kalcitonin. Tiroksin in trijodtironin imata enak način delovanja, regulirata presnovo in metabolizem. Razlika med tiroksinom in trijodtironinom je

v hitrosti in intenziteti delovanja. Trijodtironin je učinkovitejši, vendar ga je v krvi manj in krajši čas. Tudi pri fizičnem delu se trijodtironin začne izločati kasneje, koncentracija tiroksina pa se takoj poveča in ostane skozi delo relativno konstantna. Ščitnica pa poleg tiroksina in trijodtironina izloča še hormon kalcitonin, ki uravnava presnovo kalcija.

Učinki tiroksina (Lasan, 2005):

- Metabolizem ogljikovih hidratov: poveča oksidacijo glukoze v celicah, kar poveča število mitohondrijev in oksidacijski encimski sistem v njih; aktivira glikogenolizo v jetrih in mišicah; olajša prehajanje glukoze iz tankega črevesa v kri
- Metabolizem beljakovin: pospešuje sintezo beljakovin (encimov)
- Metabolizem maščob: povečuje oksidacijo maščobnih kislin
- Povečuje bazalno energijo, ki je potrebna za vzdrževanje življenjskih funkcij v mirovanju

Regulacija izločanja hormonov ščitnice poteka tako, da hipotalamus izloča hormon tiroliberin, ki aktivira specifične celice adenohipofize, da začno izločati tiotropin. Ta vpliva na ščitnico, da poveča izločanje tiroksina. Tiotropin aktivira jodidno črpalko in encim proteazo. Tako po eni strani pospeši proizvodnjo tiroksina, po drugi strani pa poveča njegovo prehajanje v kri. Koncentracija tiroksina v krvi po principu negativne povratne zveze blokira odgovarjajoči del hipotalama in adenohipofize (Lasan, 2005).

V vseh razvojnih obdobjih ima pri reguliranju telesne rasti pomembno vlogo tudi IGF, ki se izloča v jetrih pod vplivom ravnega hormona. Skupaj pa imata najpomembnejšo vlogo pri procesu razvoja dolgih kosti, saj se v svojem delovanju dopolnjujeta. Če je izločanje ravnega hormona zmanjšano, pride do nižjih prirastkov rasti, če pa je izločanje povečano pa to privede do prekomerne telesne rasti. RH preko IGF-I tudi stimulira lipolizo in zmanjšuje proces lipogeneze v maščobnem tkivu ter hkrati povečuje transport aminokislin v mišično tkivo, zadržuje dušik in tako prispeva k povečanju sinteze puste mišične mase. Pod vplivom RH se poveča tudi energijska poraba v mišici (Reiter in Rosenfeld, 2003, v Škof in Kalan, 2007).

Glavni učinek hormona IGF, ki je inzulinu podobni rastni faktor, je povečana sinteza beljakovin. Njegovo izločanje poteka preko negativne povratne zanke. Velika koncentracija hormona IGF v krvi spodbuja izločanje somatostatina iz hipotalamusa, neposredno pa zmanjša izločanje iz hipofize. Pri hormonu IGF pa je še vedno neznan odziv po vadbi.

1.2.5 Razlike med spoloma v biološkem razvoju

V predpubertetnem obdobju, kar se šteje v srednje otroško obdobje, ni bistvenih razlik med spoloma. V tem času se odvija stabilna enakomerna rast, pojavlja se hiter napredek v razvoju živčno-mišičnega sistema in hiter motorični razvoj (Škof, 2011). V otroštvu pa se pri deklicah pojavi pojav nagle rasti hitreje kot pri dečkih in navadno se to zgodi pri starosti 10 let, pri fantih pa pri starosti dvanajst let. Zaradi tega pojava so deklice večje in močnejše pri isti starosti kot fantje, vendar jih nato fantje v obdobju pubertete dohitijo. Z rastjo v predpubertetnem obdobju pa se pri dekletih povečuje širina medenice, pri fantih pa širina ramen. Pubertetna pospešena rast se pri dekletih začne okrog 10. leta starosti, pri dečkih pa približno 2 leti kasneje. Dečki najhitreje rastejo v drugi polovici pubertete, deklice pa v prvem

delu do nastopa menarhe. Med pubertetnim razvojem se pomembno spreminja tudi razmerje med dolžinami posameznih telesnih segmentov (Tanner, Hayashi, Preece in Cameron, 1982, v Škof in Kalan, 2007).

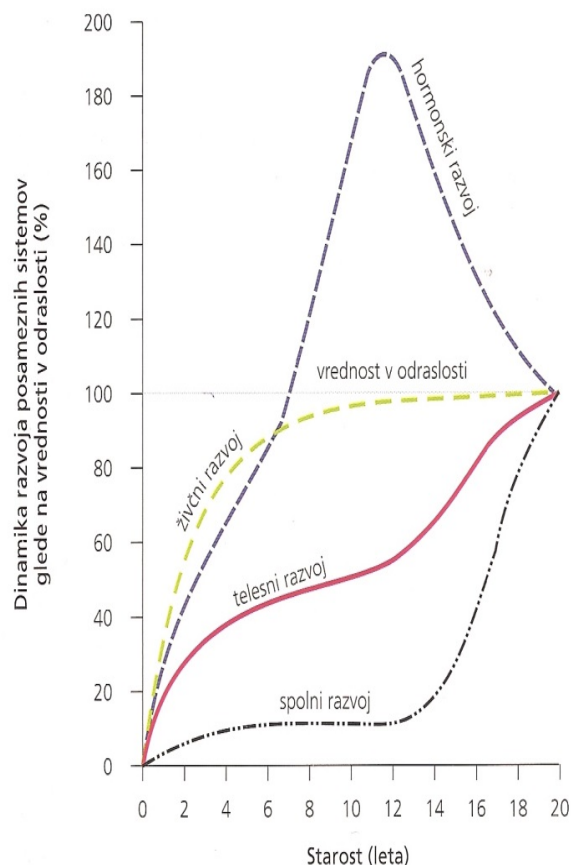
Čas velikih hormonskih sprememb in pospešene rasti je pri različnih mladih pri različni koledarski starosti. Zato se razlike v telesni rasti in telesnih sposobnostih med mladimi v tem času zelo povečajo. Dečki, ki prehitujejo biološki razvoj, imajo boljše športne rezultate – so močnejši in gibalno učinkovitejši. Nasprotno pa dekleta, ki kasnijo v telesnem in spolnem razvoju, dosegajo boljše rezultate v motoriki in so pogosto uspešnejša v številnih športnih dejavnostih od vrstnic z zgodnjim zorenjem (Škof in Kalan, 2007).

Tabela 1: Telesne dimenzije in dimenzije sestave telesa (absolutne vrednosti in deleži) pri dečkih in deklicah starih 9,5 let (Škof, Kropelj, Milič in Pišot, 2006, v Škof in Kalan, 2007)

	TV (cm)	TM (kg)	MM (kg)	MM (%)	KM (kg)	KM (%)	FM (kg)	FM (%)
Dečki (N = 8)	148,2	37,0	17,1	46,3	11,7	31,9	4,28	18,9
Deklice (N = 10)	146,1	36,6	16,9	46,1	11,0	30,4	6,27	21,1

Legenda: TV = telesna višina, TM = telesna masa, MM = mišična masa, KM = kostna masa, FM = maščobna masa

V Tabeli 1 so prikazane telesne dimenzije otrok v predpubertetnem obdobju in sicer pri starosti 9,5 let. V tej tabeli vidimo, da med dečki in deklicami ni velikih razlik v razvoju in sestavi telesa. Vidimo, da med deleži mišične mase, kostne mase in maščobne mase ni bistvenih razlik med dečki in deklicami. Do večjih razlik pride kasneje v pubertetnem obdobju, ko se spremeni sestava telesa.



Slika 9: Scamonov model razvoja posameznih bioloških sistemov (prirejeno po Malina, Bouchard in Bar-Or, 2004, z dovoljenjem Human Kinetics, v Škof in Kalan, 2007).

Na Sliki 3 je prikazan Scamonov model razvoja posameznih bioloških sistemov. Biološki razvoj opredeljujejo telesni ali somatski razvoj, spolni razvoj, razvoj živčnega sistema in razvoj hormonskega sistema. S pomočjo tega modela, vidimo dinamiko razvoja živčnega in hormonskega sistema, to pa je potrebno poznati, ker ta dva sistema predstavljata temelj tako telesnemu kot gibalnemu razvoju (Škof in Kalan, 2007).

Ko oblikujemo program vadbe za otroke, je torej zelo pomembno, da zelo dobro poznamo značilnosti biološkega razvoja otrok, saj iz tega potem izvira tudi razumevanje telesnih zmogljivosti in gibalnih sposobnosti. In nato lahko optimalno oblikujemo program vadbe prilagojen le njim. In na osnovi tega lahko nato zastavimo cilje, ki jih želimo z vadbo doseči.

1.3 Cilji

Cilj naše naloge je povzeti rezultate raziskav in člankov, ki so bili napisani na temo vadbe moči v pred-pubertetnem obdobju, s katerimi bomo poskušali odgovoriti na naslednja vprašanja.

- Kakšne so posledice visoko-intenzivnega treninga moči pri mladih športnikih?
- Kdaj lahko začnemo z visoko-intenzivnim treningom moči?
- Ali lahko visoko-intenzivni trening pri otrocih pred-puberteto poveča mišično moč in športno uspešnost v različnih športnih panogah?
- Katera sredstva so najbolj učinkovita za izboljšanje moči pred-pubertetnih otrok?
- Katere količine in trajanje vadb so najbolj učinkoviti v izbranem starostnem obdobju?
- Ali je trening moči varen?
- Ali se vpliv visoko-intenzivnega treninga moči med spoloma razlikuje?

2 JEDRO

V nadaljevanju se bomo osredotočili na izsledke raziskav, ki so bile narejene na temo vadbe moči pri otrocih. Najprej pa bomo razložili osnovne pojme, s katerimi se bomo v nalogi največ ukvarjali.

Visoko – intenzivni trening je trening, kjer je za najvišjo intenzivnost obremenitve značilen anaerobni napor, ki temelji na anaerobnih alaktatnih energijskih procesih, katerih temelj je razgradnja kreatinfosfata. Ta se med naporom hitro porablja, tako da kadar govorimo o visoki intenzivnosti, govorimo o kratkotrajnih naporih (šprinti ali ponavljajoči šprinti).

Trening za moč vključuje:

- a) Vaje z lastno telesno težo
- b) Vaje s prostimi utežmi in na trenažerjih
- c) Vaje na specialnih trenažerjih – izokinetičnih, hidravličnih, ipd.

V nalogi se bomo posvetili predvsem vajam z lastno telesno težo, ter vajam na trenažerjih in s prostimi utežmi. Delno, za primerjavo, pa si bomo pogledali tudi nekaj primerov za vadbo na specialnih trenažerjih.

V raziskavah sem zasledila, da je prihajalo do nesporazumov glede visoko-intenzivnega treninga, saj veliko ljudi misli, da gre tukaj samo za dvigovanje uteži z maksimalno težo in pa bodybuilding. To pa pri otrocih ne pride v poštev, saj pri treningu delajo več ponovitev in ne enega maksimalnega dviga, kot to počnejo odrasli, ki se s tem ukvarjajo. Pri treningu z otroci je cilj, da napredujejo v mišični moči, v športni uspešnosti na splošno in preprečitev športnih poškodb. Pri otrocih je potrebno upoštevati določene smernice in navodila in lahko sodelujejo v programih visoko-intenzivnega treninga. Zato je pomembno, da razumemo razlike med oblikami treninga. V nadaljevanju visoko-intenzivni trening moči pomeni prilagojen program za otroke in ne bodybuilding ali dvigovanje uteži z maksimalnimi obremenitvami (1RM). Trening za moč uporablja metode za povečanje mišične moči in sposobnosti. Za razvoj uporablja lastno telesno težo, proste uteži ali naprave.

2.1 Učinki vadbe za moč v predpubertetnem obdobju

V začetku raziskav je bilo veliko polemik glede tega, ali otroci res lahko napredujejo v mišični moči. Prve študije niso dokazale napredka pri otrocih, ki so zaključili program vadbe moči (Vrijens, 1978 v Kraemer in Fleck, 1993). Do pomanjkljivosti v zaključkih je lahko prihajalo zaradi slabo zasnovanega programa treninga ali zaradi slabih eksperimentalnih modelov. Vrijens je zaključil, da je razvoj moči kot odgovor na visoko-intenzivni trening povezan s spolnim dozorevanjem in da je takšen trening neučinkovit pred puberteto. Neučinkovitost takega treninga je zaključil tudi Docherty. Ta avtorja navajata, da pred-pubertetni otroci niso doživeli pomembne izboljšave pri izokinetičnem iztegovanju in upogibanju nog. Vendar sta lahko na rezultat študije vplivala majhen obseg treninga in kratko trajanje programa. Čeprav so bile pri nekaterih raziskavah določene pomanjkljivosti, ki so vplivale na slabše rezultate

raziskav, visoko-intenzivni trening ni bil priporočljiv za otroke pred puberteto, saj so verjeli da je neučinkovit v napredku moči (Ratel, 2011).

Ker je bilo na to temo narejenih veliko raziskav in vse novejšje so podajale zaključke o pozitivnih vplivih treninga za moč, bomo izsledke raziskav predstavili v tabelah, iz katerih bomo potem v nadaljevanju naloge tudi izhajali. V tabelah bomo opredelili malo starejše raziskave, nato pa se bomo posvetili tudi novejšim, da vidimo in razložimo razlike, do katerih je v letih raziskav prihajalo.

Tabela 2: Učinki vadbe za moč na trenažerjih in s prostimi utežmi

Raziskava	Vzorec	Sredstva	Količina VE	na	Intenzivnost na VE	Pogostost	Trajanje vadbe	% napredka	Mehanizmi/vzroki izboljšanja	Poškodbe
Sewall in Micheli, 1986	18 M in F, 10-11 let	Vadba na trenažerjih				3x na teden	9 tednov	43% v moči spodnjih in zgornjih ekstremitet	Zmanjšanje telesne mase	Ni bilo poškodb
Faigenbaum idr., 1996	11 M, 4 F, 7-12 let	Izteg nog iz prsi	6 pon		6RM	2-3x na teden	8 tednov	Izteg nog 51% Potisk iz prsi 41%	Napredek v moči otrok	Ni bilo poškodb
Lillegard idr., 1997	52 otrok	Vaje na trenažerjih in proste uteži	3x10 pon		10 RM	3x na teden	12 tednov	Povečana moč spodnjih in zgornjih ekstremitet Lateralni poteg 25-29% Izteg nog 29-39%	Izboljšanje srčno-žilnega sistema Izboljšana motorična sposobnost	Poškodba rame
Faigenbaum idr., 1999	11 F, 33 M, 5.2-11.8 let	Izteg nog, potisk z nogami, upogib nog, odmik kolka,	1x 6-8 pon (večja obremenitev) 1x 13-15 pon		1RM test	2x na teden	8 tednov	Potisk iz prsi 78,9% Izteg nog 80,6% Potisk iz	Izboljšana mišična moč Izboljšana mišična vzdržljivost	Ni omenjene poškodbe

Faigenbaum idr., 1999												prsi 67,5% Izteg nog 69,3%
McGuigan idr., 2009	22 M, 26 F, 9-10 let	Počep Sklece CMJ	60 min	1RM test	3x na teden	8 tednov	Počep 74% Sklece 85% CMJ 8% Skok v višino 4% Moč 16%	Povečanje mišične moči Povečanje puste telesne mase	Ni bilo omenjene poškodbe			

Legenda: VE – vadbeni enota, M – dečki, F – deklice, RM – največji dvig

V Tabeli 2 smo predstavili raziskave, ki so zajemale trening z uporabo trenažerjev in pa uporabo prostih uteži. Prikazali smo, kako je bil program vadbe sestavljen in do kakšnih vplivov je s pomočjo takšne vadbe prišlo.

Sedaj, ko smo raziskave povzeli v tabeli 2, lahko na podlagi tega pridemo do zaključkov, kakšen vpliv ima na otroka, vadba na trenažerjih in vadba s prostimi utežmi. Če se osredotočimo predvsem na stolpec mehanizmi izboljšanja, lahko povzamemo, da ima vadba za moč pozitiven vpliv, saj vidimo, da je prihajalo do velikih napredkov v mišični moči na splošno, kot tudi do povečanja mišične moči posameznih segmentov. Pri mišični moči nog, vidimo prirastke, ki se gibljejo od 40% pa vse do 80%, kar so zelo veliki napredki, v primerjavi s kontrolnimi skupinami, ki teh napredkov niso pokazale. Pri mišični moči rok, pa vidimo tudi podobne prirastke, ki se prav tako gibljejo od 40% pa do 79%. Iz Tabele 2 vidimo, da prihaja tudi do napredka v mišični vzdržljivosti, kar se vidi tudi pri izboljšanju, oziroma večji vzdržljivosti pri počepih in sklecih. Prihaja pa tudi do zmanjšanja telesne mase, kar je velik pozitiven vpliv, še posebej v današnjih časih, ko se pri otrocih srečujemo z vse večjim številom s prekomerno telesno težo.

Ker smo povzeli rezultate starejših in novejših raziskav, lahko vidimo, da so pozitivni vplivi vadbe moči dokazani (tabela 2). Ena izmed starejših raziskav, ki je bila narejena, sta jo izvedla Sewall in Michelli (1986), novejše raziskave pa so z bolj nadzorovanimi in dodelanimi procesi vadbe, pozitivne vplive vadbe samo še potrdile.

Tabela 3: Učinki vadbe za moč na specialnih trenažerjih (hidravlične naprave, izokinetične naprave)

Raziskava	Vzorec	Sredstva	Količina na VE	Intenzivnost na VE	Pogostost	Trajanje vadbe	% napredka	Mehanizmi/vzroki izboljšanja	Poškodbe
Weltman idr., 1986	26 M, 6-11 let	Fleksija kolena Fleksija ekstenzija komolca	– 45 min		3x teden	na 14 tednov	18 – do 37% v izokinetični moči fleksorjev in ekstenzorejev (koleno/gleženj)	Izboljšanje hitre moči Napredek v max porabi kisika	Poškodba – bolečina v rami
Rians idr., 1987	19 M, 8-9 let	8 hidravličnih naprav, ergometrično kolo (rama, komolec, zapestje, kolk, koleno)	30 pon v 30 sekundah	80% RM	3x teden	na 14 tednov	Fleksija komolca +32,8 Ekstenzija komolca +25,3 Fleksija kolena +22,3 Ekstenzija kolena +21,6	Napredek v vertikalnem skoku	Poškodba rame
Tsolakis idr., 2004	19 M, 11-13 let	6 vaj; merjenje razlike v izotonični in izometrični moči	3x 10 pon	10RM	3x teden	na 2 meseca	Izometrična moč 17,5%	Napredek v moči je – neodvisen od hormonskih sprememb	Ni bilo omenjene poškodbe
Zakas, 2004	35 M, 10 let	Izokinetične naprave za kvadriceps in zadnje stegenske m.	50 min	80-85% RM	2-3x teden	na 12 tednov	Iztegovalke nog 45% Upogibalke nog 93%	Povečan navor v kolenskem sklepu	Ni bilo omenjene poškodbe

Legenda: VE – vadbena enota, M – dečki, F – deklice, RM – največji dvig.

V Tabeli 3 smo predstavili raziskave, katere so za vadbo uporabljale specialne trenažerje, kot so hidravlične naprave in izokinetične naprave.

Ker smo se odločili, da bomo vadbe z različnimi vsebinami, razdelili v vsako tabelo posebej, smo v tabeli 3 predstavili vadbo z uporabo specialnih trenažerjev. Prav tako iz narejene tabele povzamemo, da ima tudi vadba na hidravličnih in izokinetičnih napravah, pozitivne učinke na vadbo za moč. Vidimo, da je s procesom vadbe prihajalo do velikih napredkov v mišični moči rok in nog, vendar so te številke malo manjše, kot pri uporabi navadnih trenažerjev. Iz Tabele 3 pa vidimo, da je prišlo do izboljšav pri fleksiji in ekstenziji komolca, ter fleksiji in ekstenziji kolena.

Tudi tukaj vidimo, da so tako starejše kot tudi novejše raziskave, podajale podobne zaključke o vplivih vadbe na specialnih trenažerjih, tako da lahko iz tega zaključimo, da ima vadba na specialnih trenažerjih, prav tako pozitivne vplive kot vadba na navadnih trenažerjih in vadba s prostimi utežmi.

V Tabeli 4 so predstavljene raziskave s katerimi so raziskovali učinke vadbe za moč in sicer so bile uporabljene vaje z lastno telesno težo.

Tabela 4: Učinki vadbe za moč - vaje z lastno telesno težo

Raziskava	Vzorec	Sredstva	Količina na VE	Intenzivnost na VE	Pogostost	Trajanje vadbe	% napredka	Mehanizmi/vzroki izboljšanja	Poškodbe
Sadres, idr., 2001	49 M, 9-10 let	Vaje z lastno telesno težo, 3-6 vaj	1-4 serije, 5-30 pon	30-70 %RM	2x na teden	21 mesecev	Izteg kolena 0,55-0,77 kg/kg TM	Povečanje mišične moči	Ena manjša poškodba
Marta, idr., 2012	58 M, 67 F, 10-11 let	Šprinti, pliometrični skoki, tek sem-tja, meti težke žoge	90 minut	75% RM	2x na teden	8 tednov	Napredek v moči; dekleta 8,1% in fantje 8,3%	Napredek pri šprintu Napredek pri vertikalnem skoku	Ni bilo omenjenih poškodb
Alberga, idr., 2013	19 M in F, 8-12 let	Vaje z lastno telesno težo	75 minut	1RM test	2x na teden	12 tednov	Moč rok 28,4-31,2 kg Moč nog 89,4-113,4 kg	Povečanje puste telesne mase – izboljšanje BMI	Ni bilo omenjenih poškodb

Legenda: VE – vadbena enota, M – dečki, F – deklice, RM – največji dvig.

Ker se velikokrat, še posebej pri otrocih, v vadbo vključujejo predvsem vaje z lastno telesno težo, smo le te predstavili v tabeli 4. In tudi v tej tabeli, podobno kot v prejšnjih dveh, lahko vidimo, da je vadba imela pozitivne vplive na razvoj moči oziroma povečanje moči, vendar so te številke nekoliko manjše

Prav tako, tudi pri vadbi z lastno telesno težo, kot tudi pri prejšnji dveh, pridemo do rezultatov, kot so povečanje puste telesne mase, zmanjšanje telesne mase, kar pa posledično vpliva tudi na izboljšanje BMI. Zabeleženi pa so bili tudi boljši rezultati pri šprintu in pri vertikalnem skoku.

In sedaj, ko pregledamo vse tri tabele skupaj (tabela 2, 3 in 4), lahko povzamemo, da vadba z lastno telesno težo, vadba na navadnih trenažerjih (kamor zajemamo, tudi trenažerje otroške velikosti), vadba s prostimi utežmi in vadba na specialnih trenažerjih, pozitivno vpliva na razvoj otroka in ima poleg vpliva na mišično moč, tudi veliko drugih pozitivnih vplivov. In ko govorimo o napredku v mišični moči, govorimo o velikih številkah prirastkov, v primerjavi s kontrolnimi skupinami.

V raziskavi, ki sta jo opravila Matos in Winsley (2007), so prav tako raziskovali vpliv vadbe za moč in podani so bili podobni rezultati, ki kažejo zaključke, kot smo jih predstavili v tabelah (tabela 2, 3 in 4). In sicer je prišlo do napredka v mišični moči od 13 do 30%. Do prirastkov pa je prišlo tudi pri anaerobni povprečni moči in sicer, se je izboljšala za 3 do 10%, kot tudi napredek v razvoju maksimalne moči, katera se je izboljšala za 4 do 20%. S pomočjo vadbe za moč pa so vplivali tudi na aerobne sposobnosti in sicer so bile zabeležene izboljšave od 5% dalje.

Sicer pa v novejših raziskavah, ki so zajemale več parametrov in več testov merjenja, s katerimi so opazovali različne napredke, lahko pridemo do zaključkov, da s pomočjo vadbe, poleg moči, vplivamo tudi na druge parametre, kar smo predstavili v tabeli 6 (str. 44). In sicer se rezultati kažejo v povečani eksplozivni ali hitri moči, povečani splošni telesni aktivnosti ter tudi napredku v gibljivosti. Pomembni učinki vadbe pa se kažejo tudi v zmanjšanju telesne mase in povečanju puste telesne mase. In posledično zaradi vadbe in vseh teh vplivov pride tudi do izboljšanja delovanja srčno-žilnega sistema. O vplivu na srčno-žilni sistem so pisali tudi Faigenbaum, Kraemer, Blimkie, Jeffreys, Micheli, Nitka in Rowland (2009), ki so poleg tega poudarili tudi spremembe v zmogljivosti otrok, zmanjšanje kožne gube in pa tudi zdrav videz. Podobno so se te teme dotaknili tudi Weltman, Janney, Rians, Strand, Berg, Tippitt, Wise, Cahill in Katch (1986), ki so izpostavili tudi probleme glede debelosti pri otrocih in s tem povezano tveganje za razvoj različnih bolezni, kot so sladkorna bolezen in visok krvni tlak. Zato je pomembno, da se otroci udeležujejo različnih vadb, da so aktivni, saj tako vplivajo na veliko pozitivnih stvari že v zgodnji mladosti. In ko smo že omenili vpliv vadbe na izgubo telesne mase, kjer se vpliva predvsem na izgubo maščobnega deleža, je potrebno omeniti tudi to, da ima trening vadbe za moč v kombinaciji z aerobno vadbo, še veliko večji vpliv na vzdrževanje telesne teže pri otrocih. In ko govorimo o učinkih vadbe pri otrocih je pomembno poudariti tudi to, da ima vadba pozitiven vpliv tudi na samopodobo, kar so zabeležile tudi nekatere raziskave, kar sta opisala tudi Holly in Kimberly (2003).

Ko so raziskovali vpliv vadbe za moč, so se srečevali tudi s vprašanjem, na podlagi česa pride do prirastkov v moči pri otrocih. Z mehanizmi, ki naj bi vplivali na povečanje moči pri vadbi

otrok, se je ukvarjalo le malo študij, saj so večinoma raziskovali le dejavnike, ki so povezani z razvojem moči pri odraslih. Vsi vemo, da na vadbo moči vpliva veliko dejavnikov, najpomembnejši izmed teh so mišični, živčni in hormonski. . Zasledili smo, da so se porajala vprašanja glede ravni testosterona, saj so bili nekateri prepričani, da vadba v predpuberteti ni učinkovita, ravno zaradi njegovega pomanjkanja. Vendar v tabelah, ki smo jih predstavili, vidimo da temu ni tako, saj je prišlo do napredkov v mišični moči, čeprav v obdobju predpubertete, še ni prisotnega testosterona. In glede na to, da za prirastke v moči ni odgovorna samo povečanje mišične mase, so nekateri v študijah navedli dejstva, da do povečanja mišične moči pride na osnovi živčnih mehanizmov (izboljšanje medmišične koordinacije, prilagoditve motoričnih enot).

Tako je ena izmed starejših raziskav, ki so jo opravili Weltman, Janney in Rians (1986, v Holly in Kimberly, 2003) podala ugotovitve, da je napredek v moči pri otrocih, ki je opažen po treningu moči, posledica različnih živčnih prilagoditev. Dejanska velikost mišice se v pred puberteti ni povečala. V dveh raziskavah, kjer so uporabili tehniko interpoliranega skrčka, ki sta jo opisala Belanger in McComas, so poskušali oceniti prispevek spremembe v motorični aktivaciji, ki je bila povzročena s treningom za povečanje moči pri dečkih pred puberteto. Po 10 tednih treninga se je motorična aktivacija fleksorjev komolca povečala za 9 % in ekstenzorjev kolena za 12 %. Te študije in mnoga druga objavljena poročila zagotavljajo prepričljive dokaze, da trening moči, ki je ustrezno nadzorovan, lahko poveča mišično moč (ne pa tudi velikosti mišic) v pred-puberteti. Pomembno vlogo pri razvoju moči v otroštvu imajo povečanje nivoja aktivacije mišice in napredek v motorični koordinaciji.

Podobne rezultate pa so podajale tudi novejša študije in sicer poleg Faigenbasuma idr. (2009), ki so dejali, da so raziskave pokazale, da so napredki v moči bolj povezani z živčnimi mehanizmi, kot pa s hipertrofijo, sta podobne zaključke navedla tudi Dahab in McCambridge (2009), ki sta dejala, da otroci pridobijo na moči skozi živčne prilagoditve (te se kažejo pri učinkovitejši rekrutaciji motoričnih enot, pri spremenjeni frekvenci proženja akcijskih potencialov ali kot izboljšanje medmišične koordinacije) in ne na mišični hipertrofiji. Tako so zaključili, da trening za moč pri otrocih najverjetneje izboljšuje število in usklajevanje aktiviranih motoričnih nevronov, kot tudi frekvenca proženja.

Podobne navedbe smo zasledili tudi pri Škofu (2007), ki je dejal, da so otroci so pod vplivom vadbe v pred pubertetnem obdobju pokazali večji napredek v relativni moči, v obdobju pubertete pa večji napredek v absolutnih parametrih moči, ki je posledica predvsem živčnih dejavnikov. V obdobju pred pubertete še ni bioloških temeljev, ki bi povzročili povečanje mišične mase, s tem se misli predvsem na raven hormonov, ki omogočajo učinkovit anabolizem mišičnih vlaken. Razvoj moči, ki nastopi kot posledica vadbe, pa naj bi bil v tem obdobju zlasti rezultat učenja gibanja, ki se odraža v znotraj-mišični koordinaciji. Napredek v moči pa je nekoliko bolj izrazit tudi pri vzdržljivostni komponenti.

In glede na to, da prav tako starejše kot tudi novejša raziskave potrjujejo pozitivne učinke vadbe za moč, smo zaključili, da je vadba za moč pri otrocih varna, pripravlja otroke na sodelovanje v športnih in rekreativnih dejavnostih, izboljšuje tudi občutek za samospoštovanje ter druge psihosocialne dejavnike. Tako se otroci že v otroštvu in mladostništvu navajajo na zdrav življenjski slog, kar jim je vodilo tudi kasneje v starejših obdobjih.

2.2 Kdaj začeti z vadbo moči

Glede na to, da se razvoj mišične moči pri otrocih nanaša na starost, na velikost telesa in na različne faze rasti, je potrebno pri vključevanju otrok v vadbo, vse te dejavnike tudi upoštevati. Raziskave, ki so zajemale otroke v predpuberteti, so vključevale otroke v starosti od 5 pa do 12 let, vendar nobena študija ni podala točnega zaključka, kdaj je najbolj primerna starost, za uvedbo otrok v programe vadbe moči. V večini raziskav, ki smo jih pregledali, so bili otroci različnih starosti, zajeti skupaj v eni skupini, tako da ne vemo točno, ali je do večjih napredkov prišlo pri otrocih mlajše starosti (5-8 let) ali pri otrocih malo večje starosti (9-12 let). Vendar iz tabele 2 in tabele 3 lahko povzamemo, da so študije, ki so zajemale otroke od 5-11 let skupaj, podajale napredek v moči od 41 pa do 69%, kar so malo manjši odstotki, kot pa pri študijah, ki so v skupino zajele otroke v starosti od 9-11 let, kje so napredki v moči malo večji in sicer je prišlo do napredka v moči tudi 80% in več, v nekaterih primerih tudi do 85%. Iz tega zaključimo, da otroci začnejo kazati prirastke v moči že zelo zgodaj, vendar sklepamo, da pride do večjega napredka v razvoju moči pri otrocih v starosti od 9-12 let.

In kot smo že omenili, da večina raziskav ni pokazala, kdaj naj bi otroci začeli z vadbo moči, pa je potrebno vseeno upoštevati določene dejavnike, ki vplivajo na začetek vadbe. Tako so Faigenbaum idr. (2009) v program vadbe vključili otroke, ki so bili mentalno in fizično sposobni, da so lahko sodelovali s trenerjem, razumeli in izpolnjevali navodila in prenašali stres povezan s programom treninga. Na splošno, ko so bili otroci pripravljeni sodelovati v drugih športnih dejavnostih, so bili sposobni tudi za izvajanje določene vrste treninga za moč, kar je bilo med sedmim in osmim letom starosti.

Podobno sta ugotovila tudi Kraemer in Fleck (1993), ki sta dejala, da ni določenega leta, kdaj naj bi otroci začeli s treningom moči. Dejansko naj bi bilo tako, da ko otrok lahko sodeluje v drugih športnih programih, lahko začne tudi z nekaterimi vajami za trening moči.

Tabela 5: Osnovne smernice vadbe za moč pri otrocih (Kraemer in Fleck, 1993)

Leta	Upoštevanje
7 ali mlajši	Otroku predstaviti vaje brez teže ali z majhno težo; razviti koncept treninga; naučiti vadbene tehnike; napredovati od vaj z lastno težo, k vajam v paru in vajam z rahlimi obremenitvami; obdržati nizki obseg vadbe
8-10	Postopoma napredovati v številu vaj; vaditi tehniko vaj vseh dvigov; postopoma začeti dodajati vse vaje; vaje morajo ostati enostavne; postopoma povečevati obseg vadbe; pozorno spremljati toleranco odziva na vaje
11-13	Učiti tehniko vseh osnovnih vaj; začeti postopno nadgrajevati vsako vajo; poudarjati vadbene tehnike; uvesti bolj napredne vaje z malo ali brez obremenitve
14-15	Napredovati v bolj napredne mladinske programe; dodati športno specifične komponente; poudarjati vadbene tehnike; povečati obseg
16 ali starejši	Ko so otroci osvojili osnovno raven in pridobili izkušnje za trening, jih je potrebno uvajati v program za odrasle

V Tabeli 5 vidimo nekaj osnovnih napotkov, ki se jih je potrebno držati pri uvajanju otrok v vadbeni program. Če otroci začnejo s programom vadbe pri kateri drugi starosti in brez prejšnjih izkušenj, je priporočljivo, da pričnejo na prejšnjih (začetnih) stopnjah in nato postopoma napredujejo k bolj naprednim nivojem.

In ko smo pregledali nekaj novejših raziskav, smo se osredotočili predvsem na študijo Dahab in McCambridge (2009), ki stan na temelju raziskav, ki so bile narejene od leta 1980 do 2008, pregledali dejstva in jih povzeli v eno celoto. Iz raziskav je razvidno, da so ključni dejavniki, ki kažejo, da so otroci dovolj zreli in razviti, da se lahko začnejo ukvarjati z vadbo za moč, naslednji: fizična razvitost ter kognitivna in socialna zrelost. Glede na leta ni določeno katera je minimalna starost, kdaj naj bi se začeli udeleževati takšne vadbe. Pomembno je, da otrok zna slediti navodilom in je sposoben pokazati določene oblike ravnotežja in propriocepcije, le to pa se običajno pojavi pri starosti 7 do 8 let. Pred vadbo pa je priporočljivo, da otroci opravijo pregled pri kvalificiranemu zdravstvenemu delavcu, če bi se slučajno pojavili zdravstveni zadržki za vadbo.

2.3 Ali vadba moči vpliva na uspešnost v drugih športih

Pri pregledu znanstvene literature nismo zasledili veliko raziskav, ki so proučevale vpliv vadbe moči na ostale motorične in funkcionalne sposobnosti in športno uspešnost. V tabeli 6 smo predstavili glavne učinke vadbe za moč na motorične in funkcionalne sposobnosti ter na športno uspešnost.

Tabela 6: Vpliv vadbe za moč na ostale motorične-funkcionalne sposobnosti in športno uspešnost.

Raziskava	Vzorec	Sredstva	Količina na VE	Intenzivnost na VE	Pogostost	Trajanje vadbe	Izboljšanje sposobnosti in/ali rezultata	motoričnih in/ali športnega rezultata
Weltman idr., 1986	26 M, 6-11 let	Fleksija ekstenzija kolena/komolca	– 45 min			3x na teden	14 tednov	Izboljšana gibljivost Zmanjšana maksimalna poraba kisika Napredek v vertikalnem skoku
Lillegard idr., 1997	52 otrok	Vaje na trenažerjih in proste uteži	3x10 pon	10 RM	3x na teden	12 tednov	Izboljšana motorična sposobnost (napredek pri teku sem-tja, skok v daljino)	
Faigenbaum idr., 1999	11 F, 33 M, 5.2-11.8 let	9 vaj na trenažerjih in 2 vaji s prostimi utežmi	1x 6-8 pon (večja obremenitev) 1x 13-15 pon (manjša obremenitev)	1RM test	2x na teden	8 tednov	Povečana mišična vzdržljivost	
McGuigan idr., 2009	22 M, 26 F, 9-10 let	Počep Sklece CMJ	60 min	1RM test	3x na teden	8 tednov	Povečanje splošne moči Zmanjšan odstotek telesne maščobe Napredek pri skoku v višino	
Marta, idr., 2012	58 M, 67 F, 10-11 let	Šprinti, pliometrični skoki, meti težke žoge	90 minut	75% RM	2x na teden	8 tednov	Izboljšana aerobna zmogljivost Napredek v eksplozivni ali hitri moči Napredek v vertikalnem skoku	
Alberga, idr., 2013	19 M in F, 8-12 let	Vaje z lastno telesno težo	75 minut	1RM test	2x na teden	12 tednov	Povečanje mišične mase Povečana splošna telesna aktivnost	

Legenda: VE – vadbena enota, M – dečki, F – deklice, RM – največji dvig.

Kot smo že omenili se skozi vadbo otrok pokažejo različni pozitivni učinki. Iz tabele 6 vidimo, da se poleg že naštetih učinkov, ki smo jih omenili, izboljša gibljivost otrok ter pride do napredkov v eksplozivni ali hitri moči, kar izboljša tudi tek z največjo hitrostjo. Izboljša se tudi mišična vzdržljivost, kar lahko vpliva in pripomore tudi pri drugih športnih aktivnostih. Izboljša se tudi aerobna aktivnost. Zaradi vadbe pa pride tudi do bolj specifičnih napredkov, in sicer je veliko raziskav, tako starejših kot tudi novejših, ugotovilo velike napredke pri vertikalnem skoku. Vadba za moč je izboljšala tudi skok v višino in čas nihajnega teka (shuttle run).

Da bi z vadbo za moč lahko vplivali na uspešnost v izbranih športih pa je potrebno v vadbo vključiti oziroma upoštevati tudi načela tega športa. Podobno so v eni izmed študij dejali tudi Faigenbaum idr., (2009). In sicer, da so vplivi treninga za moč odvisni od zasnove programa treninga, zato je potrebno pri oblikovanju treninga upoštevati specifične značilnosti in načela določenega športa. Kot so raziskali pri odraslih, so tudi pri otrocih prilagoditve na trening odvisne od vzorca gibanja, hitrosti gibanja, tipa kontrakcije in sile kontrakcije. Ugotovili so, da je ne glede na starost, pri treningu za moč, ki vključuje specifične vaje in tipe mišičnih akcij na način, ki je značilen za določen šport, bolj verjetno da pride do največjih izboljšav motoričnih spretnosti in s tem do boljše športne zmogljivosti.

Prav tako sta o pozitivnem vplivu vadbe na izbrane motorične sposobnosti govorila tudi Riewald in Cinea (2008), ki sta v članku o vadbi moči pri otrocih povzela različne pozitivne učinke treninga. Dejala sta, da se s treningom moči izboljša tudi koordinacija. Otroci so s treningom povečali mišično vzdržljivost in povečali zmogljivost pri ukvarjanju z različnimi športnimi panogami. S treningom se poveča tudi gostota in moč kosti ter izboljša zdravstveno počutje (Riewald in Cinea, 2008). Trening pa ima pomemben vpliv tudi na samopodobo, saj z napredkom v treningu vplivamo tudi na večjo samozavest.

Med delom pa nismo zasledili nobene dolgoročne študije, ki bi govorila o učinkih treninga moči v predsezoni in njegovem vplivu na izboljšanje športne sposobnosti pri otrocih. Nепreverjena poročila kažejo, da trening moči izboljša športnikovo uspešnost in pripravljenost, vendar so podatki omejeni in nasprotujoči. "American College of Sports Medicine" (ACSM) je izjavila, da pravilno načrtovani in ustrezno vodeni treningi moči povečajo motorične sposobnosti in izboljšajo športno uspešnost (Holly in Kimberly, 2003).

2.4 Katera sredstva za izboljšanje moči so najbolj učinkovita

Najrazličnejši programi treninga za moč, od posameznega sklopa vaj na napravah, do več sklopov vaj z različnimi pripomočki in opremo, so se izkazali za učinkovite, kar lahko vidimo tudi v tabelah, ki smo jih naredili (tabela 2, 3 in 4). Iz tabel tudi vidimo, da so bila uporabljena različna sredstva. Poleg sredstev poznamo tudi druge dejavnike, ki lahko vplivajo na prirastke v moči in to so izkušnje s treningom, različno oblikovanje programa, značilnosti testiranja ter tudi kontrola pri učenju.

Ena izmed sredstev za razvoj moči so vaje z lastno telesno težo, ki so posebej primerne za začetnike. To lahko potrdimo tudi s tabelo 4, v kateri vidimo, da so prirastki v moči precej manjši v primerjavi z vadbo na trenažerjih. Program z vajami z lastno težo telesa, se lahko

izvede kot krožna vadba, kjer se otroci gibljejo od ene vaje k drugi. Lahko pa se izvede vadba po postajah, kjer otroci naredijo vse tri serije vaj, s počitkom med serijami in se nato prestavijo na naslednjo postajo.

Sredstvo za razvoj moči je tudi trening na napravah ali pa vaje z uporabo prostih uteži. Obremenitev pri taki vadbi naj bi bila takšna, da je minimalno priporočeno število ponovitev lahko izvedeno, kar smo zasledili tudi v raziskavah. Glede na uporabljena sredstva, lahko pridemo do zaključka, da je do največjega prirastka v moči, prihajalo predvsem z vadbo na trenažerjih (navadnih ali pa otroške velikosti), ter vadbo s prostimi utežmi, kar vidimo v tabeli 2. Vidimo, da so prirastki moči zelo visoki, tudi do 80%, (vendar ne poznamo točno določenega % RM, saj so ga določili s testom RM glede na vsakega posameznika posebej), glede na vadbo na specialnih trenažerjih in pa vadbo z uporabo lastne telesne teže. Iz tabele 2, kjer smo že povzeli, da je prišlo do največjega napredka z uporabo trenažerjev, vidimo tudi, da je bilo za vadbo uporabljenih 11 različnih vaj, izmed tega se jih je 9 izvajalo na trenažerjih, 2 vaji pa sta uporabljali proste uteži.

Treniranje na napravah dovoli gibanje v naprej določenih poteh, tako da ravnotežje v drugih smereh ni potrebno. Ravnotežni upor zahteva uporabo mišic, katere v gibanju nimajo glavne naloge. Mišice zgornjega in spodnjega dela hrbta, trebušne mišice in manjše mišice okoli ramen imajo velik pomen pri ravnotežju. Vključenost oziroma uporaba teh mišic, pa je večja pri treningu s prostimi utežmi kot pa pri treningu z napravami. Za izboljšanje moči so koristne proste uteži kot tudi trening na napravah, kar smo že omenili in se vidi v tabeli 2. Naprave omogočajo gibanje samo v eni ravnini in smeri, kar omogoča izolacijo mišične skupine. Trening na napravah je torej zelo koristen, če je cilj treninga povečanje moči ali pa lokalne mišične vzdržljivosti. Naprave so zaradi možnosti izolacije mišične skupine primerne tudi za rehabilitacijo po poškodbi in pa za programe namenjene povečevanju moči ali pa lokalne mišične vzdržljivosti določene mišične skupine, ki je nagnjena k poškodbi ali pa je šibkejši člen v izvajanju določene športne aktivnosti. Vaje s prostimi utežmi zahtevajo dobro ravnotežje za pravilno izvedbo dviga in so dobra izbira, če je cilj programa utrditi vse telesne gibe in zagotoviti koordinacijo med različnimi mišičnimi skupinami (Kraemer in Fleck, 1993).

Poleg sredstev za razvoj moči, pa so bile raziskane tudi različne poti, kako urediti zaporedje vaj na enem treningu, da bodo le te imele najboljši učinek na vadečega. Večina mladih je izvajala vaje za celotno telo, večkrat na teden. Tak trening je predstavljal izbiro več vaj, s poudarkom na vseh večjih mišičnih skupinah, na vsakem treningu. V takem programu vadbe morajo biti vaje za večje mišične skupine izvajane pred vajami za manjše mišične skupine. Pomembno pri takih treningih je bilo tudi to, da so bile več-sklepne vaje izvajane pred eno-sklepnimi vajami. Pri treningu je pomagalo tudi to, da so se bolj zahtevne vaje izvajale pred tistimi manj zahtevnimi, ko je bilo telo in živčni sistem še spočit. Ugotovitve kažejo tudi to, da ni potrebno da se vse vaje izvajajo v enakem številu serij in v enakem številu ponovitev (Faigenbaum idr., 2009).

2.4.1 Periodizacija

Ciklizacija ali periodizacija je bila raziskana kot primerna pot za variiranje obsega treninga in intenzivnosti vadbe. Raziskave o vplivu periodizacije so bile narejene predvsem za odrasle, vendar so nekatere raziskave tudi pri otrocih pokazale ugoden vpliv periodizacije. Ugotovili

so, da ima periodizacija večji vpliv na povečanje maksimalne moči, kot navaden trening (tabela 7).

Nekaj študij je raziskovalo ali naj bo izvajanje treninga ves čas enako ali naj se program spreminja. Da bi program treninga pripomogel k napredku v moči in lokalni mišični vzdržljivosti, je bilo potrebno trening tekom sezone spreminjati in prilagajati. Spremembe v vajah so pripomogle, da trening otrokom ni postal dolgočasen in da se je zanimanje za trening ohranjalo. Spreminjanje vadbenih enot je pripomoglo k povečanju mišične moči in lokalne mišične vzdržljivosti. Če programa treninga ne bi spremenili, bi sčasoma prišlo do platforme, kar pomeni dolgo obdobje brez napredka (Kraemer in Fleck, 1993).

Pri sestavljanju programov treninga in uporabi metod so številne spremenljivke, ki jih je potrebno upoštevati. Ogrevanje in ohlajanje ter raztezanje po koncu treninga, pomembna je bila izbira in zaporedje vaj, intenzivnost treninga in obseg vadbe, pri oblikovanju metod treninga pa je bilo potrebno vključiti tudi počitek med vajami in serijami, ter določiti hitrost in frekvenco izvajanja vaj. Pomembno je bilo tudi spreminjati program, da ne bi prišlo do prilagoditev mišične aktivnosti. Na primer, otrok je začel z izvajanjem programa treninga in sicer z eno do dvema serijama po 10-15 ponovitev, z zmerno obremenitvijo, da se je naučil pravilne tehnike izvajanja vaj. Potem pa se čez čas, odvisno od otrokovih potreb, ciljev in sposobnosti oblikuje program s postopnim napredovanjem, ki vključuje več serij z večjimi obremenitvami. Metode treninga se prilagodijo ciljem posameznika (Faigenbaum idr., 2009).

V Tabeli 7 smo predstavili vpliv periodizacije na učinek vadbe za moč.

Tabela 7: Vpliv periodizacije na vadbo za moč

Raziskava	Vzorec	Sredstva	Količina na VE	Intenzivnost na VE	Pogostost	Trajanje vadbe	% napredka	Periodizacija
Faigenbaum idr., 1999	11 F, 33 M, 5.2-11.8 let	9 vaj na trenažerjih in 2 vaji s prostimi utežmi	1x 6-8 pon (večja obremenitev)	1RM test	2x na teden	8 tednov	Potisk iz prsi 78,9% Izteg nog 80,6%	V skupini z manjšim številom ponovitev (6-8) in večjimi obremenitvami so dosegli sledeče rezultate: pri vajah potisk iz prsi 78,9% in pri vaji izteg nog 80,6%, glede na začetne 1RM.
	12M, 4F		1x 13-15 pon (manjša obremenitev)				Potisk iz prsi 67,5% Izteg nog 69,3%	Pri skupini z večjim številom ponovitev (13-15) in z manjšimi obremenitvami pa so pri enakih vajah dosegli naslednje rezultate glede na njihovo začetno 1RM: potisk iz prsi 67,5 % in izteg nog 69,3 %.

Legenda: VE – vadbena enota, M – dečki, F – deklice, RM – največji dvig.

Raziskava, ki smo jo prikazali v tabeli 7, je pokazala, da lahko različne metode in različni programi povečajo mišično moč in mišično vzdržljivost otrok. V tabeli vidimo, da so otroci, ki so izvajali trening z večjim številom ponovitev in nižjo obremenitvijo, glede na njihovo 1RM, dosegli večji napredek v moči (potisk iz prsi 78,9%, izteg nog 80,6%), kot pa otroci iste starosti v skupini z večjim številom ponovitev in nižjo obremenitvijo, glede na njihov 1RM (potisk iz prsi 67,5%, izteg nog 69,3%).

Kot vidimo iz študije, ki so jo naredili Faigenbaum idr. (1999), lahko zaključimo da ima metoda periodizacije pozitiven vpliv, saj se program ves čas sistematično spreminja. Ugotovili so tudi, da ima periodizacija dolgoročno še večji vpliv, saj vadečemu (z ustreznim počitkom med treningi), dovoli da pride še do večjih prilagoditev, na še večje zahteve. Raziskave so pokazale, da imajo tisti, ki sodelujejo v programu, kjer se treningi izvajajo po modelu periodizacije, večje možnosti da se držijo svojega programa vadbe. Načrtovane spremembe programa so pomagale tudi v tej smeri, da ni prišlo do platforme.

Nekatere študije, vendar niso podale dovolj parametrov, da bi jih lahko vključili v tabelo, pa so raziskovale, da je bilo spreminjanje obremenitve vaj najenostavnejše in najbolj pogosto uporabljano pri spreminjanju programa vadbe. Uporaba RM omogoča napredovanje, ko kandidat postane močnejši. Spremembe vaj so bile težje izpeljane in nadzorovane pri nekaterih vajah z lastno telesno težo, kot so sklece in pri vajah s partnerjem. Empirični dokazi pa so pokazali tudi, da spreminjanje vaj za isto mišično skupino, povzroči večji napredek v moči. Vendar to ne pomeni, da bi morali na vsakem treningu menjati in spreminjati vaje. Te spremembe se lahko uvedejo vsaka 2 do 3 tedne, ali pa se vsaki drugi trening razlikuje v kakšni vaji. Ugotavljali so tudi, da spreminjanje obremenitev na tedenski osnovi, lahko zagotovi težko, zmerno in lahko vadbo. Nekateri trenerji verjamejo, da takšen trening zagotavlja nenehne napredke v moči in lokalni mišični vzdržljivosti. Normalno zaporedje takšnega tipa obremenitve, ki naj bi potekal trikrat na teden naj bi bilo sledeče; ponedeljek-lahko, sreda-težko in petek- zmerno. Trije treningi na teden naj bi bili dovolj, da bi povzročili maksimalen napredek v moči. To zaporedje predvideva obnovo pred in po težkem treningu, kar je omogočilo športniku, da se je dobro pripravil za težki trening. S takim zaporedjem, se je zmanjšala tudi možnost utrujenosti, ki preprečuje nadaljnje izboljšave v moči. Na vadbo lahko vpliva tudi spreminjanje različnih RM bremen vsaka dva do štiri tedne, tako da takšen trening poudarja moč ali mišično vzdržljivost. Z uporabo teh konceptov se lahko oblikujejo programi vadbe za moč, ki so podobni tradicionalnim modelom periodizacije za odrasle, vendar še vedno ohranjajo smernice vadbe za otroke v pred pubertetnem obdobju (Kraemer in Fleck, 1993).

Kraemer in Fleck (1993) sta podala tudi nekaj osnovnih korakov, ki se jih je potrebno držati pri sestavljanju pravičnega programa, da lahko pride do napredka. Otrokom je potrebno najprej pokazati, kako se uporabljalo in izvajajo različne vaje, brez ali z majhno obremenitvijo. V tem obdobju, ko se otroci učijo, se ne sme hiteti z vajami. Na prvem treningu otroci izvajajo samo eno serijo vaj z majhno obremenitvijo (12-15RM). Program za prve 3 do 4 tedne se mora začeti z osnovnimi vajami za celo telo, nato pa se postopoma prehaja k več-sklepnim vajam, ki zadovoljujejo potrebe posameznika. Število serij in stopnja obremenitve se postopno povečujeta, tako da po 4ih do 5ih tednih otrok doseže začetno pozicijo za izpeljavo programa.

Tabela 8: Model periodizacije za otroke v pred puberteti (Kraemer in Fleck, 1993)

Faza treninga	Serije	Ponovitev (maksimalno ponavljanje)
Uvoden trening za moč	3	10-15
Vadba za moč	3	6-10
Eksplzivna moč	2-3	6-8
Trening večje intenzivnosti	1-2	6-8
Aktiven počitek	Fizična aktivnost (ni nujno trening za moč)	

V Tabeli 2 so prikazane RM obremenitve za otroke v pred puberteti, po modelu tradicionalne periodizacije za odrasle. V literaturi zasledimo, da ima moč več pomenov. Moč po angleško-strength je skupek sil, ki jo mišica lahko proizvede. Moč po angleško-power pa je zmožnost, da to moč hitro uporabimo (eksplozivna moč).

2.5 Količine in trajanje vadb

Ko govorimo o količinah in trajanju vadbe, moramo najprej razložiti spremenljivke, ki jih uporabljamo pri oblikovanju vadbenega programa. Intenzivnost vadbe se nanaša na količino upora, ki ga med vadbo premagujemo in jo določimo s %RM. Ko pa govorimo o obsegu treninga, tukaj zajamemo število treningov na teden, število serij na vadbeni enoti in pa število ponovitev v posamezni seriji.

Ko so začeli raziskovati vpliv treninga za moč, da bi lahko ovrednotili rezultate, je bilo najprej potrebno opraviti vsaj 8 tednov treninga. Toliko je potrebno za prilagoditev, da se je program lahko izvedel. Pri treningu moči, so se v prvih treh do štirih tednih pokazali veliki napredki v moči (do 20 %), medtem ko so se otroci učili izvedbe vaj. V naslednjih osmih do štirinajstih tednih trajanja programa, so se napredki v moči izboljšali do 43 % pri otrocih, ki se v preteklosti niso ukvarjali s treningom (netrenirani). Napredek v moči od 30 do 40 % kaže, da je bil trening za izboljšanje moči, ki je trajal od osem do štirinajst tednov, uspešen. Vendar do takih napredkov v moči ne bi prišlo pri otrocih, ki imajo prejšnje izkušnje s treningom moči (Kraemer in Fleck, 1993).

Da si bomo rezultate lažje ogledali, smo jih predstavili v tabelah (tabela 2, 3 in 4), kjer smo prikazali kakšne so bile obremenitve in količine na vadbenih enotah in kako dolgo so trajali programi vadbe. Iz tabel vidimo, da je bilo trajanje programov vadb od 8 tednov pa do 12 ali 14 tednov. In glede na trajanje programov, da bi videli, kateri pripomorejo k največjim prirastkom moči, lahko vidimo, da pri programih, ki so trajali 12 do 14 tednov, ni večjih prirastkov moči, kot pa pri programih, ki so trajali 8 tednov. Tako lahko zaključimo, da je program vadbe, ki traja 8 tednov že dovolj dolg za doseg rezultatov. Prav tako lahko iz tabel zaključimo, da je najbolj učinkovita pogostost vadbe 2 krat do 3 krat na teden, kar omogoča tudi optimalen počitek, ki je prav tako pomemben pri vadbi moči. Če se osredotočimo še na količine na posamezni vadbeni enoti, vidimo, da je večina vadb potekala od 45 minut, pa do 90 minut. Ta čas je optimalen, da se lahko otroci v začetku treninga pravilno ogrejejo in pripravijo na obremenitve, nato izvedejo glavni del vadbe in na koncu sledi še raztezanje.

Najbolj pogosto uporabljene količine, ki so bile uporabljene na vadbenih enotah, so obsegale 10 do 15 ponovitev, 6 do 8 ponovitev ali pa 13 do 15 ponovitev. Iz tabel smo zaključili, da je najbolj učinkovita vadba, ki povzroči napredek v mišični moči sestavljena tako, da zajema manjše število ponovitev in sicer 6-8, vendar malo večje breme, glede na posameznikov RM (% RM izmerijo z RM testom).

Poleg obsega vadbe pa je pomembnejši dejavnik intenzivnost, kar prav tako zaključimo iz tabel (tabela 2, 3 in 4), ki smo jih predstavili. In če primerjamo intenzivnost na vadbeni enoti, ter procente izboljšanja, ki so nastali z vadbo, lahko vidimo, da kjer je bila intenzivnost večja (torej večji % RM) so napredki v moči večji, kar se še posebej vidi v Tabeli 2, kjer vidimo, da je skupina, ki je izvajala manjše število ponovitev (6-8), vendar z večjo obremenitvijo, dosegla bistveno boljše rezultate, kot druga skupina.

Podobno, kot smo ugotovili iz tabel, ki smo jih predstavili na prejšnjih straneh, smo zasledili tudi v raziskavah. Tako so Faigenbaum idr. (2009) zaključili, da je priporočljiva frekvenca treninga za otroke v pred puberteti in puberteti 2 do 3 krat na teden, v nezaporednih dneh. Čeprav omejeni dokazi kažejo, da naj bi bil 1 trening na teden sub-optimalen za povečanje mišične moči pri otrocih, pa drugi dokazi kažejo na to, da naj bi en trening na teden zadostoval le za ohranjanje in vzdrževanje pridobljene moči po končanem programu. Raziskava je pokazala tudi, da naj bi frekvenca treninga 2 do 3 krat na teden, vsaki drugi dan, omogočala ustrezen počitek med treningi (48 do 72 ur), kar se je izkazalo za učinkovit dejavnik pri napredku v moči pri otrocih v pred puberteti in v puberteti. Ko nekateri mladi športniki sodelujejo v treningih več kot trikrat na teden, pa je potrebno upoštevati različne dejavnike, kot so intenzivnost vadbe, izbor vaj, prehrana in spanje, saj ti dejavniki vplivajo na počitek, regeneracijo in prilagoditev na program treninga.

Pri sestavljanju programov vadbe, je potrebno tudi upoštevanje počitka, ki pa je drugačen in ga je potrebno prilagoditi glede na cilje vadbe. Trajanje počitka pa se razlikuje tudi glede na glavne cilje vadbe v določenem časovnem obdobju. Faigenbaum idr. (2009) so povzeli, da naj na treningu, ki je namenjen za povečanje moči ali za razvoj višje ravni sposobnosti, odmor traja 2 do 3 minuti ali več. Trening, katerega namen pa je vzdrževanje moči in povečevanje lokalne mišične vzdržljivosti, pa ima odmora dolge 1 minuto ali manj. Enake rezultate raziskav sta prikazala tudi Kraemer in Fleck (1993), ki sta zaključila, da kratkotrajni odmori (trening za moč), vodijo do kopičenja mlečne kisline v krvi, kar vodi v šibkost prstov na rokah in nogah in v splošno šibkost udov, kar je posledica utrujenosti. Če otroci začnejo s treningom za moč, ki vključuje kratkotrajne počitke, preden so fizično pripravljene za to vrsto napora, se lahko pojavita slabost in omotičnost.

In glede na naše zaključke, lahko predstavimo tudi osnovne napotke za vadbo, ki sta jih podala Holly in Kimberly (2003) in se prepletajo z našimi ugotovitvami. Iz študij sta zaključila, da je moralo biti v vsak trening vključeno ogrevanje in raztezanje po koncu treninga. Začeli so z eno lažjo serijo od 10 do 15 ponovitev, izvedli so 6 do 8 različnih vaj. K uspehu so spodbujali z ustrezno izbiro vaj in primerno obremenitvijo za vsakega otroka. Pri vadbi moči z otroci so se osredotočili predvsem na pravilno tehniko izvedbe vaj in ne toliko na velikost obremenitve. Izvedli so eno do tri serije enojnih in več sklepnih vaj, odvisno od časa, ciljev in potreb. Če otrok ni mogel narediti vsaj 10 ponovitev v seriji z določeno težo, potem je bila ta obremenitev prevelika in jo je bilo potrebno zmanjšati. Ko je bilo 15 ponovitev narejenih

enostavno, so obremenitev povečali (običajno je priporočljivo povečanje za 5 do 10 %). Otrok je moral biti sposoben narediti 3 zaporedne serije po 15 ponovitev ene vaje, da je lahko povečal težo.

In ko smo zaključili, kakšne količine in obremenitve so najbolj učinkovite za vadbo otrok in njihov napredek, se lahko posvetimo tudi vprašanju o varnosti takšne vadbe.

2.6 Ali je trening moči varen

Večina raziskav kaže, da je pri treningu moči zelo malo tveganja za poškodbe, saj naj bi takšen program treninga celo zmanjšal možnost nastajanja poškodb. Tveganje za poškodbe je najverjetneje glavna skrb trenerjev kot tudi staršev, katerih otroci se ukvarjajo s takšnimi programi treninga. Vendar vsaka dejavnost predstavlja določeno tveganje za poškodbe. Že pri sami igri otrok obstaja možnost, da se poškodujejo. Tako da je nerealno pričakovati, da ne bo prišlo do nobenih poškodb, vendar pa se možnost poškodb lahko znatno zmanjša z upoštevanjem določenih smernic. Glavna ključa za zmanjšanje poškodb sta predvsem pravilen trening in ustrezno usposobljeni trenerji, ki delajo z mladimi.

Prav tako se bomo tudi tukaj osredotočili na tabele, ki smo jih predstavili na prejšnjih straneh. In sicer v tabeli 2, 3 in 4, kjer smo predstavili vadbo z uporabo različnih sredstev in želeli prikazati poškodbe, vidimo, da ni bilo zabeleženih veliko poškodb. Omenjenih je bilo samo nekaj manjših poškodb rame ali samo bolečina v rami. Vendar te poškodbe niso bile hujše, odpravili so jih s počitkom ali s prenehanjem vadbe za zgornji del telesa, in sicer so vadeči izpustili 3 vadbene enote. Do teh manjših poškodb je prišlo zaradi nepazljivosti ali zaradi premajhne ogretosti in pomanjkanja koncentracije pri vadbi. Iz tega sklepamo, da če je vadba pravilno načrtovana in ustrezno vodena ter izvajana, je možnost poškodb zelo majhna. Pomembno je, da otroci najprej osvojijo tehniko in obvladajo gibanje z majhnimi obremenitvami. Ko pa to gibanje osvojijo, se lahko obremenitev poveča. In pri tako ustrezno vodenem programu, ne more priti do hujših poškodb.

Naše zaključke potrjuje tudi raziskava, ki so jo naredili Faigenbaum idr. (2009) in kažejo na to, da je v programu treninga moči tveganje za poškodbe zelo majhno. Večina objavljenih poročil je pokazala, da ni bilo zasledenih veliko poškodb, ki bi nastale zaradi treninga moči. V raziskavi so bile uporabljene različne metode in načini treninga za moč, vsi programi so bili ustrezno nadzorovani in ustrezno oblikovani, da so bili primerni za začetek izvajanja vadbe. Samo 3 objavljene študije so poročale o poškodbah, vzporedno s treningom za moč. Ena raziskava je poročala o poškodbi rame (obremenitev), ki je minila po 1 tednu počitka, druga raziskava je poročala o poškodbi rame, ki je minila po eni odsotnosti treninga in tretja raziskava je poročala o nespecifični bolečini na sprednjem delu stegna, ki je minila po 5ih minutah počitka. Vendar pa po 14ih tednih progresivnega treninga za moč, ni bilo dokazov o mišično-skeletnih poškodbah.

Tudi v različnih študijah je bilo veliko razprav o varnosti otrok pri takšni vadbi. Prva zadeva s katero sta se ukvarjala Riewald in Cinea (2008), je bila če trening moči vpliva na poškodbe kosti v obdobju rasti. Mnogo staršev in trenerjev je bilo v strahu, če bi začeli s treningom moči, da ne bi poškodovali kosti in morda povzročili zastoja rasti. Veliko je bilo tudi zgodb, da

so otroci v treningu z utežmi poškodovali kosti, kar je oviralo rast, vendar so te zgodbe kot neke legende, za katere ni bilo dokazano, da bi bilo to res. Pri delu z mladimi se je potrebno držati splošnih pravil, da dvigujejo obremenitve, ki jih zmorejo dvigniti šestkrat ali več. V študiji, ki je tudi raziskovala vpliv visoko intenzivnega treninga na kosti, so v 10 mesečnem programu treninga (kombinacija treninga za moč in aerobnih vaj) sodelovala dekleta v pred pubertetnem obdobju. Raziskava je pokazala znatno izboljšanje mineralne kostne gostote v vadbeni skupini, v primerjavi s kontrolno skupino. Prav tako je podobna raziskava, ki je zajemala dečke, ki so opravljali visoko intenzivni trening 20 mesecev, prikazala večjo širitev kosti na obeh endostalnih in periostalnih površinah (Faigenbaum idr., 2009).

Nekatere raziskave so proučevale tudi možnost poškodb, ki se pojavljajo na hrustancu. Vendar do danes ni bilo raziskav, kjer bi poročali o poškodbi rastnega hrustanca vzporedno s treningom za moč. Zasledili niso tudi nobenih dokazov, ki bi kazali da ima trening za moč, negativen vpliv na rast in dozorevanje v otroštvu (Faigenbaum idr., 2009). Za najbolj zaskrbljujoče poškodbe, so veljale poškodbe spodnjega dela hrbta, še posebej pri tistih, ki so se ukvarjali z dviganjem uteži. Posamezniki, ki so sodelovali v treningu moči, so bili ogroženi, da jih doletijo poškodbe ledvenega dela in poškodbe povezane s hrbtenico (lahko pride do premikov vretenc, hernije medvretenčnih diskov). Vendar v pregledu študij nismo našli nobenih dokazov oziroma raziskave, ki bi preučevala to področje.

Kljub prepričanju, da je trening za moč neučinkovit in nevaren za otroke, so sedaj varnost in učinkovitost treninga dobro dokazane kot vidimo v analizi, ki sta jo opravila Falk in Tenenbaum (1996, v Holly in Kimberly, 2003). Veliko strahu za poškodbe je bilo zaradi nacionalnih elektronskih sistemov nadzora poškodb. Na primer leta 1991-1996 je bilo odkritih od 20940 do 26120 poškodb, ki so nastale pri dviganju uteži in so zahtevale zdravljenje vsako leto. Poškodbe so se razlikovale po resnosti. Najbolj pogoste so bile mišične poškodbe (70 %) in zvini, manj pogosto pa so se pojavljali tudi zlomi. Vendar te podatki ne povedo, kje je prišlo do poškodb, ali v ustrezno nadzorovanih programih ali doma, kjer prihaja do uporabe nepravilnih prevelikih obremenitev in tehnike, saj otroci doma nimajo zagotovljenega ustreznega nadzora, ki bi pravilno nadziral potek in izvedbo vadbe (Faigenbaum, 2000, v Holly in Kimberly, 2003).

Kot vemo, se lahko poškodbe pojavijo pri kateri koli ponavljajoči se aktivnosti, vključno s treningom za moč. Vendar dobro zasnovan in ustrezen program, katerega namen je vplivati na povečanje mišične moči nudi najboljšo preventivo pred poškodbami in je varen.

2.7 Ali se vpliv treninga moči med spoloma razlikuje

Razlike med deklicami in dečki so v fazi odraščanja očitne, še posebej če pogledamo razlike na telesu. Na splošno deklice dozori veliko hitreje kot dečki. Tudi pospešena rast pri deklicah nastopi hitreje kot pri dečkih, okoli desetega leta starosti in doseže vrh okoli dvanajstega leta, ko sledi začetek menstruacije. Vendar pa lahko pri dekletih ukvarjanje s športom povzroči, da menstruacija nastopi nekoliko kasneje. Obratno pa je pri dečkih, katerih pospešena rast nastopi med dvanajstim in petnajstim letom, saj ima v puberteti velik vpliv testosteron, ki vpliva na razvoj kosti in mišic pri dečkih. Tako dečki na splošno kasneje dosežejo pospešeno rast kot deklice, vendar jih nato dohitijo in nato celo presežejo.

Pri načrtovanju vadbe za moč lahko dečke in deklice obravnavamo skupaj, kar smo zasledili tudi v raziskavah, kjer so bili deklice in dečki obravnavani skupaj v mešanih skupinah. V študijah so bili združeni skupaj, ker v tem obdobju (predpuberteta) naj ne bi prihajalo do bistvenih razlik v razvoju, ki bi vplivale na vadbo moči, kar lahko vidimo tudi iz predstavljenega v uvodu. Vadba za moč na splošno zahteva treniranje vseh večjih mišičnih skupin in uspešno izvajanje športnih veščin, ki so odvisne od moči posamezne mišične skupine in ne od spola. Vendar pa se pri specifičnem programu za dekleta lahko poudari moč zgornjega dela telesa in ramenskega obroča, saj imajo dekleta v tem delu telesa pomanjkanje moči.

Vendar nas pri sestavi vadbe zanimajo druge spremenljivke, ki pokažejo razlike v razvoju med dečki in deklicami in te smo želeli predstaviti. Vendar je večina študij preučevala samo dečke ali pa mešane skupine dečkov in deklic, zato še ni mogoče natančno določiti vpliva spola na trening moči v pred puberteti. Kljub temu v nekaterih študijah, v katerih so sodelovali dečki in deklice ločeno, ni bila ugotovljena bistvena razlika v vplivih treninga moči med spoloma v pred pubertetnem obdobju. Prav tako smo zasledili, da ni bistvenih razlik pri antropometričnih spremenljivkah in kožnih gubah, in da so te vrednosti približno enake. Tudi pri motoričnih sposobnostih so razlike med spoloma majhne. Med delom smo najdlji raziskavo, ki so jo opravili Marta, Marinho, Barbosa, Izquierdo in Marques, (2012) in le ta navaja, da je prišlo do malo večjih razlik med spoloma in da so bili dečki boljši na področju aerobne zmogljivosti, hitrosti, eksplozivne moči in maksimalne izometrične moči, dekleta pa so pokazala boljše rezultate pri gibljivosti.

3 ZAKLJUČEK

V naši nalogi, s katero smo želeli predstaviti vpliv vadbe za moč na otroke v predpubertetnem obdobju, smo torej s pomočjo raziskav ugotovili, da ima vadba za moč, če je pravilno oblikovana in prilagojena programu za otroke, veliko pozitivnih vplivov, ki se kažejo tudi na drugih področjih. Ugotovili smo, da je trening za moč, ki temelji na različnih vajah za moč, ki uporabljajo visoko intenzivne napore in primerno količino vadbe, varen in učinkovit. Če je trening primerno oblikovan in ustrezno nadzorovan lahko pozitivno vpliva na različne dejavnike pri otrocih. Prispeva k povečanju mišične moči, katere napredki so prikazani v tabelah (tabela 2, 3 in 4). Pripomore tudi k večji zmogljivosti otrok ter pripomore k izboljšanju delovanja srčno-žilnega sistema. Če je program vadbe pravilno zasnovan in ustrezno povezan z določenimi športnimi aktivnostmi pripomore tudi k izboljšanju motoričnih sposobnosti in posledično lahko pripomore k izboljšani športni uspešnosti mladih. Pozitivni učinki treninga so se pokazali tudi v izboljšanju psihosocialnih navad mladih in v izboljšanem zdravstvenem statusu otrok, saj vadba pozitivno vpliva na razvoj in rast pri otroku.

Ugotovili smo, da so se treningi z uporabo različnih sredstev izkazali za učinkovite. Tako trening na napravah, kot trening s prostimi utežmi in vaje z lastno telesno težo. Vaje na napravah imajo pomembno vlogo v programu treninga, saj je izvajanje vaj omejeno, ker so smeri izvedbe vaj natančno določene. Proste uteži predstavljajo nekoliko zapletenejše vaje, saj je potrebno biti pozoren na izvedbo vaj in vključiti tudi mišice, ki pomagajo pri stabilizaciji. Najpreprostejše pa so vaje z lastno telesno težo, za katere se priporoča da se jih uporablja v začetku vadbe, saj bremena niso velika. V naši nalogo smo prišli do zaključka, da je najučinkovitejša vadba z uporabo navadnih trenažerjev, saj so bili tam zabeleženi največji napredki v moči. Prav tako pa je zelo učinkovita tudi vadba z uporabo prostih uteži, zaradi nekoliko kompleksnejših oblik gibanja. Poleg najučinkovitejših sredstev za vadbo, pa smo ugotovili tudi, kakšne so najbolj optimalne količine in intenzivnost vadbe, da pride do prirastkov v moči. Torej, pri sestavljanju programa vadbe moramo upoštevati načelo postopnosti, da otroci začnejo z manjšimi obremenitvami, da se naučijo pravilne izvedbe in nato začnemo povečevati intenzivnost. Najbolj učinkovit program vadbe za moč naj bi trajal 8 tednov, obsegal 2 do 3 vadbene enote na teden, kjer bi otroci izvajali manjše število ponovitev (6-8), vendar večje obremenitve, glede na njihove začetne vrednosti RM (% RM izmerijo s testom RM za vsakega posameznika). V program vadbe pa je potrebno vključiti tudi počitek, in če želimo vplivati na mišično moč so odmori dolgi 2 do 3 minute ali več. Pomembno pa je tudi koliko vaj izberemo in v kakšnem zaporedju jih izvajamo. Na eni vadbeni enoti je priporočljivo izvajati 6-8 različnih vaj. Najprej izberemo takšne vaje, s katerimi okrepimo mišične skupine, ki se nahajajo blizu trupa, nato pa tiste vaje s katerimi krepimo mišice, ki so bolj oddaljene od trupa, o čemer govori proksimalno distalni princip.

V nalogi smo odgovorili tudi na vprašanje glede varnosti takšne vadbe. Glede na to, da do poškodb lahko pride pri vsaki aktivnosti, smo ugotovili, da če pri vadbi upoštevamo določena navodila, da vadeče najprej naučimo pravilne tehnike izvajanja in je vsak trening ustrezno nadzorovan, ne pride do poškodb, če pa že so te številke zelo majhne in te poškodbe niso hude. Tako da vadba za moč, če je ustrezno nadzorovana predstavlja zelo malo verjetnost za poškodbe in je varna.

Tako smo zaključili, da je trening moči v pred pubertetnem obdobju varen in prinaša veliko pozitivnih vplivov na razvoj in sposobnosti otroka. Seveda mora biti program treninga pravilno načrtovan in prilagojen za otroke, ter pravilno izveden in ustrezno nadzorovan pod strokovno izobraženim vodstvom.

4 SEZNAM LITERATURE

Alberga, A.S., Farnesi, B.C., Lafleche, A., Legault, L. in Komorowski, J. (2013). The Effects of Resistance Exercise Training on Body Composition and Strength in Obese Prepubertal Children. *The Physician and Sport Medicine*, 41. Pridobljeno 03.09.2014 iz <https://physsportsmed.org/doi/10.3810/psm.2013.09.2028>

BIOM - Lecture 1 - T2 Pridobljeno 29.08.2014 iz <http://quizlet.com/21726786/biom-lecture-1-t2-flash-cards/>

Dahab, K. S. in McCambridge, T.M. (2009). Strength Training in Children and Adolescents. *Sports health* 1(3), 223-225. Pridobljeno 18.06.2014 iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3445252/>

Dolenec, A. 2008. Priročnik za trenerje kondicijske vadbe. Ljubljana: Fakulteta za šport

Faigenbaum, A.D., Westcott, W.L., Micheli, L.J., Quterbridge, A.R., Long, C.J., LaRosa-Loud, R. in Zaichkowsky, L.D. (1996). The Effects of Strength Training and Detraining on Children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10. Pridobljeno 25.08.2013 iz http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/1996/05000/The_Effects_of_Strength_Training_and_Detraining_on.10.aspx

Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Loud, R. L. in Long, C. (1999). Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and Endurance Development in Children. *Pediatrics*, 104. Pridobljeno 25.08.2013 iz <http://pediatrics.aappublications.org/content/104/1/e5.full.pdf+html>

Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M. in Rowland, T. W. (2009). Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 23, 60-79.

Fizikalna terapija NADO. Pridobljeno 25.08.2013 iz <http://www.nado.hr/izokinetika/>

Hidravlični fitnes HYDRAGYM. Pridobljeno 25.08.2013 iz <http://www.medi-sport.net/hidravli269ni-fitness-hydragym.html>

Holly, J.B., Kimberly, M.G. (9.9.2003). Strength Training for Children and Adolescents. *The physician and sportsmedicine*, 31. Pridobljeno 8.9.2013 iz http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&ved=0CEgQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.autourdavignoncoaching.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2008%2F12%2Fforceenfantphysician.pdf&ei=B_QuUrXfFYatAbuvYHgAw&usq=AFQjCNEf_qXx2bNJYIUkoumKb7rfyeH8rw&sig2=LZ3B783IKYRma-vX4mTbpA

- Kraemer, W. J. in Fleck, S.J. (1993). Strength Training for Young Athletes. Champaign: Human Kinetics Publishers
- Kolander, R. (2011). Značilnosti vadbe v fitnesu pri otrocih v tretjem triletju osnovne šole. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Lasan, M. (2005). Stalnost je določila spremembo - Fiziologija. Ljubljana: Fakulteta za šport
- Lillegard, A.W., Brown, E.V., Wilson, D.J., Henderson, R. in Lewis, E. (1997). Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: effects of gender and maturity. *Pediatric rehabilitation*, 1, 147-157. Pridobljeno 28.05.2012 iz [http://www.researchgate.net/publication/13596472 Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females effects of gender and maturity](http://www.researchgate.net/publication/13596472_Efficacy_of_strength_training_in_prepubescent_to_early_postpubescent_males_and_females_effects_of_gender_and_maturity)
- Marta, C.C., Marinho, D.A., Barbosa, T.M., Carneiro, A.L., Izquierdo, M. in Marques, M.C. (2013). Effects of Body Fat and Dominant Somatotype on Explosive Strength and Aerobic Capacity Trainability in Prepubescent Children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 3233-3244.
- Mathos, N., in Winsley, R.J. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(3). Pridobljeno iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3787286/>
- McGuigan, M.R., Tatasciore, M., Newton, R.U. in Pettigrew, S. (2009). Eight Weeks of Resistance Training Can Significantly Alter Body Composition in Children Who Are Overweight or Obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 80 – 85. Pridobljeno 03.09.2014 iz [http://journals.lww.com/nsca-iscr/Abstract/2009/01000/Eight Weeks of Resistance Training Can.13.aspx](http://journals.lww.com/nsca-iscr/Abstract/2009/01000/Eight_Weeks_of_Resistance_Training_Can.13.aspx)
- Ratel, S. (2011). High-intensity and Resistance Training and Elite Young Athletes. *Medicine and Sport Science*, 56, 84-96.
- Rians, C.B., Weltman, A., Cahill, B.R., Janney, C.A., Tippet, S.R. in Katch, F.I. (1987). Strength training for prepubescent males: Is it safe? *The American Journal of Sport Medicine*, 15, 483-489. Pridobljeno 28.08.2013 iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3674272>
- Riewald, S. in Cineia, K. (2008). Strength Training for young Athletes. National Strength and Conditioning Association Education Department. Pridobljeno 31.08.2013 iz <https://www.google.si/#q=STRENGTH+TRAINING+FOR+YOUNG+ATHLETES+Scott+Riewald%2C+PhD%2C+CSCS%2C+NSCACPT+and+Keith+Cineia%2C+MS%2C+CSCS%2C+NSCA-CPT+National+Strength+and+Conditioning+Association+Education+Department>

- Sadres, E., Eliakim, A., Constantini, N., Lidor, R. in Falk, B. (2001). The Effect of Long-Term Resistance Training on Anthropometric Measures, Muscle Strength, and Self Concept in Pre-Pubertal Boys. *Pediatric Exercise Science*, 13, 357-372. Pridobljeno 03.09.2014 iz <http://journals.humankinetics.com/pesbackissues/pesvolume13issue4november/theeffectoflongtermresistancetrainingonanthropometricmeasuresmusclestrengthandsel fconceptinpaepubertalboys>
- Sewall, L. in Micheli, L. (1986). Strength training for children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 2, 143. Pridobljeno 25.08.2013 iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Sewall+in+Micheli%2C+1986>
- Starc, G. (2011). Telesni in gibalni razvoj otrok in mladine – predavanja 2. letnik. Neobjavljeno delo.
- Strojnik, V. (2009). Živčno mehanske osnove gibanja- predavanja 1. letnik. Neobjavljeno delo.
- Strojnik, V. (2010). Kondicijska priprava: Vadba za moč, gibljivost in SMV - predavanja 2. letnik. Neobjavljeno delo.
- Šarabon, N. (2007). Vadba moči. V B. Škof (ur.), *Šport po meri otrok in mladostnikov* (str. 260-277). Ljubljana: Fakulteta za šport
- Škof, B. (2011). Vadba otrok in mladine – predavanja 2. letnik. Neobjavljeno delo.
- Škof, B., Kalan, G. (2007). Biološki razvoj – telesni in spolni razvoj. V B. Škof (ur.), *Šport po meri otrok in mladostnikov* (str. 136-165). Ljubljana: Fakulteta za šport
- Tsolakis, C.K., Vagenas, G.K. in Dessypris, A.G. (2004). Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3). Pridobljeno 03.09.2014 iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15320685>
- Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport
- Weltman, A., Janney, C., Rians, C.B., Strand, K., Berg, B., Tippitt, S., Wise, J., Cahill, B.R. in Katch, F.I. (1986). The Effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. *Europe Pubmed central*, 18(6), 629-638. Pridobljeno 25.08.2013 iz <http://europepmc.org/abstract/MED/2946921>
- Zakas, A. (2004). The Effect of Cycle-Ergometer Strength Training in Prepubertal Untrained Males. *Pediatric Exercise Science*, 16, 368-377. Pridobljeno 03.09.2014 iz <http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDcQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.humankinetics.com%2Fcustom%2Fsite%2Fdocuments%2FDocumentItem%2F4324.pdf&ei=LecGVNbjEePuyQP26oK4Bg&usg=AFQjC>

NFrj8YZ3q0E6x5lWiwI3b8QZU_aVA&sig2=arFNTXQ-9zlr0Ch_I9W8dg&bvm=bv.74115972,d.d2k