

TARTU ÜLIKOOL  
Kehakultuuri teaduskond  
Spordipedagoogiga ja treeningõpetuse õppetool

**Mari Koppel**

**Laste kehaline töövõime ja bioloogiline küpsemine.**

**Bakalaureusetöö**

Kehalise kasvatus ja spordi alal

Juhendaja Eva-Maria Riso

Tartu 2014

## Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1. Täiskasvanud staatuse saavutamise seotud protsessid .....	5
1.1 Kasvamine .....	5
1.2 Küpsemine , küpsuse saavutamine .....	6
1.3 Arenemine,areng .....	8
1.4 Somaatiline kasvamine ja muutused somatotüübis .....	9
2. Küpsemise käigus toimuvad muutused organismis .....	12
2.1 Närvisüsteemi areng .....	13
2.2 Luude areng .....	13
2.3 Kopsud ja hingamissüsteem .....	15
2.4 Südame-vereringesüsteem .....	16
2.5 Vere koostis lastel .....	17
2.6 Hormoonid ja endokriinsüsteem .....	17
2.7 Skletilihaskude .....	18
3.Bioloogiline küpsemine ja motoorne võimekus .....	20
3.1 Füüsiline aktiivsus ja motoorne võimekus .....	21
4.Bioloogilise ja kronoloogilise vanuse kokkulangematus .....	22
5.Töövõime areng lapse- ja puberteedieas .....	25
5.1 Aeroobne võimekus .....	25
5.2 Liigutuste ökonoomsus .....	26
5.3 Anaeroobne võimekus .....	27
6.Treeningute ülesehitus .....	30
6.1 Vastupidavus .....	31
6.2 Kiirus .....	31
6.3 Painduvus .....	31
6.4 Liigutusvilumus .....	32
6.5 Jõud .....	32
7.Sportliku ettevalmistuse etapid .....	33
8.Kuidas toetada sportliku talendi arengut .....	36
Kokkuvõte .....	40
Summary, Childrens Physical Perfomance and Biological Maturation .....	42
Kasutatud Kirjandus .....	44
Interneti Allikad .....	46

Lisa 1 Pika luu kasvamine ja formeerumine .....	48
Lisa 2 Osaline nimekiri hormoonidest, mis osalevad küpsemise kasvamise regulatsioonil .....	49
Lisa 3 südame töö submaksimaalsel koormusel .....	50

## Sissejuhatus

Viimastel aastakümnetel on jõudsalt kasvanud laste -ja noorte hõivatus võistlusspordis, moodustades olulise osa maailma spordist. Juba varases eas võistlevad poisid ja tüdrukud mitmetel spordialadel: pesapall, kergejõustik, ujumine, jalgpall ja maadlus (Wilmore J. H, Costill D. L, 2004).

Paljude teadlaste sõnul avaldavad sporditreeningud suurt mõju laste füüsilisele kasvamisele ja küpsemisele. Korduvalt on tõestatud, et füüsiline aktiivsus on oluline keha funktsioneerimiseks ja arenguks, samal ajal tuntakse järjest enam muret, kas varases nooruses alustatud intensiivsed treeningud ja võistlustegevusest tingitud stress mõjutab laste ja noorte üldist tervist, somaatilist kasvamist, skeetilist ja puberteediaegset küpsemist. Seega on käesoleva töö eesmärk:

- 1)vaadelda lähemalt füsioloogiliste protsesside arengut mis toimuvad üheaegselt laste ja noorukite kasvamise ja küpsemisega, nende täieliku küpsusastme saavutamiseni;
- 2)pöörata tähelepanu treeningprotsessis esile kerkivatele probleemidele - ülekoormuse risk ja laste koormustaluvus erinevatel küpsusastmetel;
- 3)treeningute ajastamine õigetele kriitilistele perioodidele
- 4)kuidas läheneda erineva küpsusastmega noorukitele individuaalselt ja lähtuvalt soost

**Joonis 1** <http://www.basket.ee/>



Võistlustegevuse läbiviimiseks grupeeritakse lapsi nende kronoloogilise vanuse järgi – aeg sünnist kuni käesoleva perioodini, mis aga tihti ei ole piisav näitamaks nende motoorse sooritusvõime variatiivsust. Jalgpallis, kergejõustikus, ujumises jt. aladel sõltuvad sportlikud tulemused tihti soost, vanusest ja bioloogilisest küpsusastmest, mistõttu on oluline mõista ja jälgida 6-10 aastaste laste kasvamise, arengu ja küpsemise erinevaid aspekte (Domingues, M. 2013).

Looduse üldise seaduspärasuse järgi on isiksuse võimed ja eeldused mitmesuguste arenguprotsesside tulemus. Inimese sünnijärgne kasvamine koosneb kolmest arenguetapist:

- 1)**imikuiga** – lapse esimene eluaasta, periood, kus lisaks kiirele kasvule toimub ka keha

mõõtmete kiire kasv ja neuromuskulaarsüsteemi kiire areng;

2)**lapseiga** – periood esimesest sünnipäevast kuni puberteedi alguseni, võib jagada ka varaseks lapseeaks, 1-4 aastased ja keskmiseks lapseeaks alates 5-st eluaastast kuni puberteedi alguseni;

3)**noorukiiga e. puberteet**, mida kronoloogilise vanusega on raske defineerida kuna selle ilmnemine vanuseti on väga erinev. Laste edenemisel sünnist täiskasvanuikka on kasvamine, küpsemine ja areng kesksed protsessid. Rääkides vastsündinutest, lastest ja noorukitest võib kasutada kolme terminit – nad kasvavad, küpsevad ja arenevad.

Kasvamist ja küpsemist käsitletakse tihti koos ja aeg ajalt ka lausa sünonüümidena, kuid tegelikkuses viitab igäüks neist spetsiifilisele bioloogilisele aktiivsusele. Ka termin „arenemine“ leiab tihti kasutust käsikäes kasvamise ja küpsemisega, kuid tegelikkuses on tal oluliselt laiem tähendus (Bertelloni, S. 2006).

# 1. Täiskasvanud staatuse saavutamise seotud protsessid

## 1.1. Kasvamine

Kasvamine on kõige olulisem bioloogiline aktiivsuse ilming esimesel kahel aastakümnel inimese elust, hõlmates endas ka 9 kuud sünnieelset aega. Kasvamise all mõistame keha terviku või tema erinevate osade suurenemist, kui lapsed kasvavad, muutuvad nad pikemaks ja raskemaks. Kehamõõtmete muutuste aluseks on kolm rakulist protsessi:

- 1) hüperplaasia e. rakkude arvu suurenemine,
- 2) hüpertroofia e. raku übermõõdu suurenemine ja
- 3) rakusiseste ainete juurdekasv. Raku suuruse muutumine hõlmab endas ka muutusi rakusisestes funktsionaalsetes ühikutes - valk ja selle substraadid, olles eriti vajalikud lihashüpertroofia tekkimisel regulaarsel vastupanuga treeningul kasvamise käigus (Malina, R. M jt., 2004).

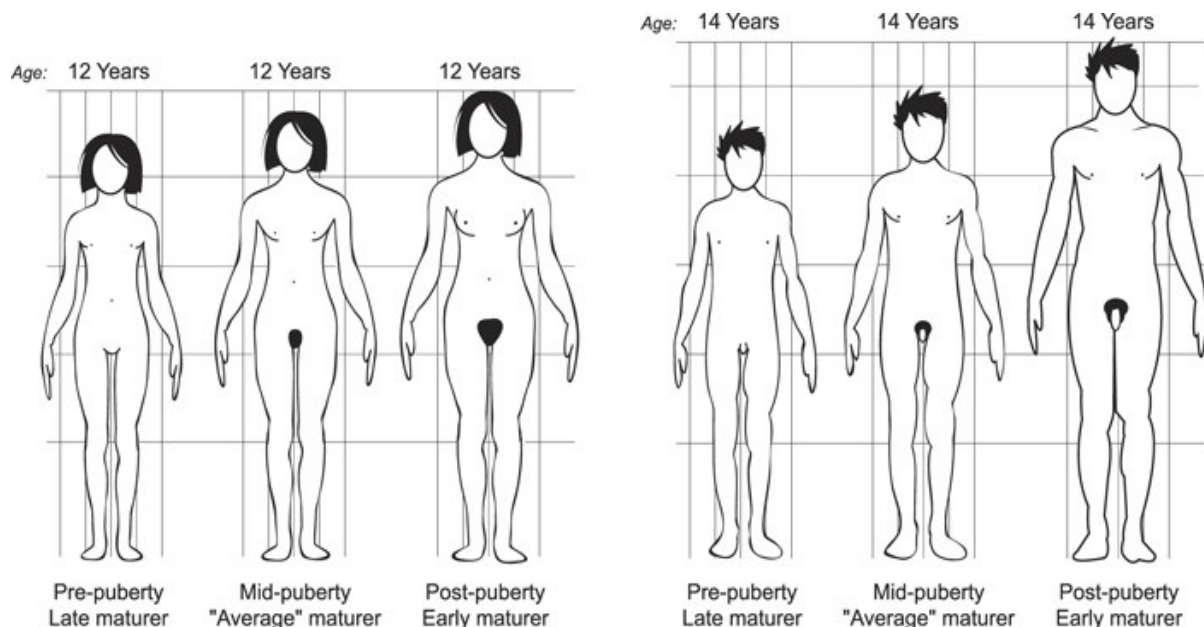


Joonis 2, kasvamine, nature vs nurture

## 1.2. Küpsemine, küpsuse saavutamine

Protsess, mis viitab täiskasvanu vormi saavutamisele, saamaks täielikult funktsionaalseks ning osutab muutustele, mis on isiku jaoks füsioloogiliselt ette programmeeritud, võib nimetada **küpsemiseks**. Küpsemine on protsess, küpsus aga seisund (Wilmore J. H, Costill D. L, 1999). Küpsemine toimub kõikides kudedes, organites ja organsüsteemides mõjutades ensüüme, organismi keemilist kompositsiooni ja funktsioone. Näiteks skeletisüsteemi küpsus näitab, et

kõik luud on lõpetanud luustumise ja kasvamise protsessi, suguline küpsemine osutab aga paljunemissüsteemi täielikule välja arenemisele. Maturatsioon viitab ajale ja tempole, mis kulub bioloogilise küpsuse seisundi saavutamiseks. Illustratiivne joonis nr. 3 kirjeldab, kuidas ajastus viitab konkreetsetele küpsemise tunnustele (kehakarvade ilmnemine nii poistel kui tüdrukutel). Küpsemise tempo viitab aga küpsemise edenemise määrale, kui kiiresti või aeglaselt läbib nooruk perioodi esialgsest suguküpsuse staadiumist täieliku suguküpsuseseisundisse (Baxter Jones, A., D., G., Maffulli, N., 2002; Georgopoulos, N. A., 2010; Malina, R.M jt. 2004). Noorukiea kasvupurdi ja sugulise küpsemise ajastus ja tempo noorukite hulgas varieeruvad tugevalt, sama kronoloogilise vanusega lapsed on erinevatel küpsuse astmetel, ühesuguse kronoloogilise vanusega laste grupis võib leida poisse, kes on küpsemad, kui eeldab nende vanus – nad on raskemad, pikemad, jõulisemad, neil on suurem rasvavaba mass ja suurem aeroobne võimekus kui neil poistel, kes saavutavad küpsusastme hiljem (Chibane, S., Hautier, C., jt.s.a.; Malina, R. M. jt., 2004).



**Joonis 3, poiste ja tüdrukute küpsemine (adaptsioon, Tanner, 1973). Bayili ja R. Way, *The Role of Monitoring Growth in Long-Term Athlete Development (LTAD)*.**

Lapse ja nooruki küpsust on võimalik hinnata põhinedes:

1) kronoloogilisele vanusele; 2) skeletisüsteemi küpsusele, määrates randmeluude tihedust; 3) sugulise küpsemise astme järgi Tanneri meetodil (Jürimäe, J., Jürimäe, T. 2000; Leppik, A. 2005; Wilmore, J. H., Costill, D. L. 1999; Tanner, J. M., 1975).

Lineaarne kasvamine ja küpsemine on mõlemad dünaamilised protsessid, mille eesmärk on saavutada täiskasvanu staadium – **küpsus**. Kogu protsess tähendab liikumist selle eesmärgi poole alates eostamisest kuni küpsus ehk täiskasvanu staadium on saavutatud (Malina, R.M., jt. 1999). Nii mõnestki aspektist vaadatuna näitab kasvamine perekondlikku sarnasust:

täiskasvanu staadium, kasvamise tempo, ajastused ja sugulise ning skeletiküpsuse aste on paljuski mõjutatud geneetiliste faktorite poolt, mille määr hinnanguliselt võib olla 41-71% (Rogol A. D., 2000).

### **1. 3. Arenemine, areng**

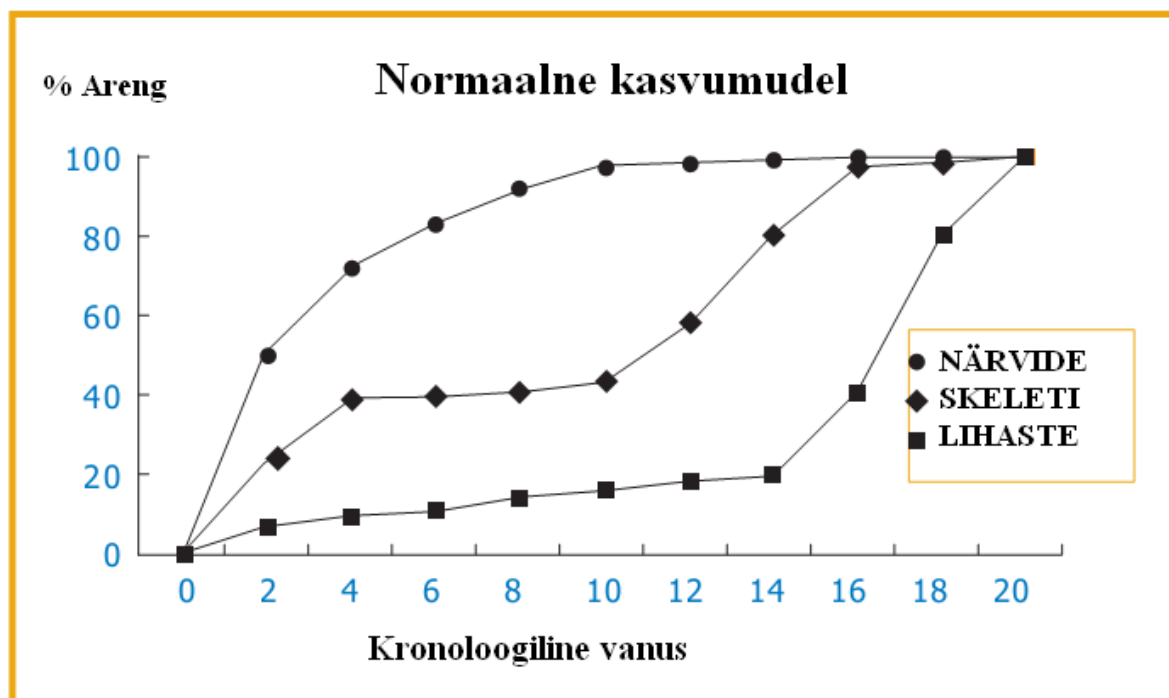
Koos kasvamise ja küpsemisega võib rääkida ka terminist **areng**. Arengust võib rääkida kahes kontekstis. Bioloogilises kontekstis viitab areng tüvirakkude diferentseerumisele erinevat tüüpi rakkudeks, kudedeks, organiteks ja funktsionaalseteks üksusteks. Diferentseerumine toimub juba varases sünnieelses staadiumis, mil organid ja koed formeeruvad, olles tugevalt seotud geenide aktiveerumisega.

Areng jätkub ka sünnijärgselt, kuni erinevad süsteemid kehas on saavutanud funktsionaalse terviklikkuse (Malina, R. M., jt., 2004).

Arengust võib rääkida ka käitumuslikus kontekstis, kuidas laps kohandub oma kultuurilise miljööga, väärtustega ja käitumisega, mis on iseloomulik tema kogukonnale. Kogedes elu kodus, koolis, kogukonnas, treeningutel, võistlustel ja teistes ettevõtmistes arenevad lapsed intellektuaalselt, sotsiaalselt, emotsionaalselt, moraalselt ja motoorselt. Kõikidel lastel, v.a. tõsise liikumispuudega lastel, on võimalik arendada ja õppida erinevaid põhi- ja spetsiaalseid liigutusvõimeid ja oskusi. Lapse liigutusvõimeid on seotud tema kasvamise, küpsemise ja arenguga (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000; Leppik, 2005). Protsessi iseloomustab hästi põhiliigutusvõimeid – kõnd, jook, hüppamine tekkimine. Esimestel 7-8 eluaastal sõltub liigutusvõimeid areng suuresti individuaalsest neuromuskulaarsest küpsemisest. Pidev õppimine ja harjutamine on aga omakorda aluseks motoorse võimeid kasvamisele (Balyi I., jt. 2013; Malina, R. M., jt., 2004).

Olles vähem või rohkem küpsed kui sama kronoloogilise vanusega kaaslased, võivad mõned lapsed seetõttu olla spordis soodsamas või ebasoodsamas olukorras, sest bioloogiline küpsemine mõjutab oluliselt füüsilist sooritust (Domingues, M., 2013).

Joonis 4, lapse areng (Anderson ja Twist, 2005).



#### 1. 4. Somaatiline kasvamine ja muutused somatotüübis

Kasvamise, küpsemise ja arengu kaudu toimub organismi täiskasvanuikka jõudmine, eri vanustes on organismi kehaline areng erinev ja väga erinevalt arenevad ka organid ning organsüsteemid viidates mõõdetavatele muutustele kehas, keha ehituses ja koostises. Samas kui bioloogiline küpsemine viitab küpsuse saavutamisele (Beunen, G. ja Malina, R. M., 1996; Jürimäe ja Jürimäe, 2000; Leppik, 2005; McArthur, R jt., 1977).

Keha suurus, proportsioonid, füüsis ja keha koostis on tähtsad faktorid eelpuberteedialiste laste kasvamisel ja antropomeetrilisel arengul. Keha kasv ja mass on ajalooliselt kasutatud indikaatorid, mida koos vanuse ja sooga on võimalik kasutada laste antropomeetrilise arengu identifitseerimiseks (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000; Leppik, A., 2005; Malina, R. M., jt., 1999). Kasvamine on kompleksne protsess, mis on aluseks igasugusele arengule ja kõikidele muutustele, mis toimuvad organismis kuigi kasvupurdi ajastus on lastel väga erinev. Sünnist kuni noorukieani võib kaalu ja pikkuse kasvu jagada nelja staadiumisse: 1) kiire kasv beebieas ja varases lapseeas; 2) püsiv ja rahulik kasvamine keskmises lapseeas; 3) taas kiire kasvamine puberteedieas ja 4) rahulik kasvu lisandumine kuni saavutatakse geneetiliselt määratud täiskasvanu kasv. Nagu näha tabelist 1 ütleb üldine reegel, et laps kasvab oma esimesel eluaastal umbes 30 cm, umbes 9 cm oma teisel eluaastal ja seejärel kuni 5 eluaastani umbes 7 cm aastas, seejärel suureneb pikkus stabiilselt umbes 5.5 cm aastas, aeglustudes vahetult enne puberteeti (Bayili, I. Ja Way, R., s.a.; Bertelloni, S., jt., 2006; Domingues, M., 2013; Jürimäe,

J. ja Jürimäe, T., 2000 Leppik, A., 2005; Rogol, A. D, 2000).

**Tabel 1 Tüüpiline kasvu suurenimine iga aastaselt alates 5 eluaastast. I. Bayili ja R. Way, *The Role of Monitoring Growth in Long-Term Athlete Development (LTAD)*.**

Year	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ht (cm)	5.0	4.8	5.0	4.8	5.0	4.8	8.6	12.0	7.7	3.3	2.3	1.9	1.3	0.9	0.5

Tüdrukute kasvuspurt algab umbes 10. eluaastal, saavutades tippchetke 10,5 cm aastas umbes 12. aasta vanuses, vähenedes siis 0-ni 15 aastaselt. Poiste kasv suureneb märgatavalt alates 12 eluaastast, saavutades tipppunkti 14 aasta vanuses, kui aastas lisandub umbes 12 cm. Seejärel alaneb kasvukiirus vähehaaval, saavutades 0 taseme umbes 17 aasta vanuses. Poisid ja tüdrukud jälgivad sama kasvukõverat, poisid aga kipuvad olema pikemad ja raskemad kui tüdrukud, kuigi puberteedi alguses on tüdrukud ajutiselt raskemad ja pikemad, kuna nende kasvuspurt algab varem. Hilisem kasvuspurdi algus võimaldab poistel jätkata kasvamist umbes kaks aastat kauem kui tüdrukutel, samuti on täheldatud et paljudel lastel, eriti poistel, võib esineda kasvuspurti ka 6,5 - 8,5 aasta vanuses. Taoline kasvuspurdi viivitus poistel võimaldab meestel suuremat kasvu täiskasvanueas, neil on pikemad käed ja jalad, võrreldes nende suhtelise kasvuga. (Domingues, M., 2013; Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000; Leppik, A., 2005; Malina, R. M., jt., 1999; Wilmore, J.H, Costill, D.L,1999).

Sarnaselt pikkusega suureneb esimesel kahel eluaastal lineaarselt ka laste kehakaal, umbes 10 kg aastas, kasvades seejärel aeglaselt läbi ülejäänud lapseea, mõlema soo puhul umbes 3 kg aastas. Puberteedia kaalutõusu haripunkt tüdrukute puhul saabub umbes 13 aasta vanuses, kui aastas lisandub umbes 8,5 kg, poistel aga 14 aasta vanuses, kui lühikese aja jooksul lisandub umbes 9,5 kg (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T.,2000; Leppik,A., 2005; Wilmore, J.H, Costill, D.L, 1999).

Kui kehakaal suureneb lapseas lineaarselt vanusega, siis kehamassiindeks BMI kahaneb alates beebieast läbi varase lapseea, olles madalaimas punktis 5-6 eluaastal, suurenedes siis taas püsivalt täiskasvanueani. BMI maksimaalne suurenemine vastab puberteedia kasvuspurdile (Malina, R. M., jt.,2004). Vastukaaluks lausele, mis väidab et naistel väheneb treeningute käigus oluliselt on uuringud näidanud, et naisvõimlejate BMI vähenes juba enne treeningutega alustamist (Damsgaard, R., 2001).

Oluline on teada et kasvamise tõttu suureneb keha mass lastel ja noorukitel, nii vanuse kui ka pikkuse lisandudes ja niisugused koosmõjud kajastuvad enam just kasvumuutustes kui näiteks keha rasvasisalduse muutustes. Kõigis vanuseastmetes on tüdrukutel rasvkudet rohkem kui

poistel ja puberteediaegse kasvuspurdi käigus suureneb see veelgi pidevalt 8-18 aasta vanuseseni, aeglustudes mõneks ajaks peale kasvuspurdi lõppu. Samas, enamus poisse kogeb peaaegu täielikku rasvamassi kaotust puberteediaegselt ja 18 aastasel ei ole neil keharasva protsent suurem kui 6 aasta vanuses. Somaatilise küpsemise juures on oluline roll ka närvi- ja endokriinsüsteemi küpsemisel hilises lapse- ja puberteedieas, mida vaatleme järgmistes peatükkides (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000; Leppik, A., 2005; Malina, R. M., jt., 2004). Indiviidi somatotüübi komponentidel on väga tugev geneetiline taust, geneetiliste faktorite poolt on mõjutatud nii täiskasvanud staatuse lõplik kasv kui ka kasvumäär (Georgopoulos, N.A., 2010; Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000; Leppik, A., 2005).

Täiskasvanute tervis on otseselt seotud nende lapsea tervisega. Autori arvates on noorukiiga tundlik ning üks elu kriitilisemaid arenguperioode, mida iseloomustavad keha suuruse, kuju ja koostise muutused.

Eesti teadlased on läbi viinud longitudinaalse uuringu, milles keskendusid poiste ja tüdrukute kasvumustritele puberteedia vältel. On läbi viidud suur hulk uuringuid, milles on uuritud laste antropomeetrilisi ja/või keha koostise parameetreid (nt. nahavoldid, übermõõdud, pikkused ja diameetrid) kasutades mitmesuguseid mõõtmismeetodeid, kuid paljud neist pole põhjalikult dokumenteeritud. Samuti pole selleks ajaks longitudinaalselt uuritud Eesti poiste ja tüdrukute kasvumustreid puberteedia vältel, kasutades kõiki neid eelpool mainitud parameetreid.

Aire Leppiku uurimustöö ülesandeks iseloomustada puberteediperioodi jooksul toimuvaid antropomeetriliste näitajate (nahavoldide paksused, übermõõdud, pikkused ja diameetrid) muutusi sõltuvalt sugulise küpsemise astmest nelja aasta vältel, lisaks uurida antropomeetriliste näitajate ja somatotüübi komponentide mõju keha koostisele ja leida seoseid keha rasvkoe hulga ning rasvkoe paksuse vahel puberteedialistel lastel. Uuringus osalesid 81 poissi ja 86 tüdrukut vanuses 9-11 aastat. Lastel määrati Tanneri skaala järgi sugulise küpsemise aste ja määrati kindlaks ka nende kehaline aktiivsus. Kord aastas nelja aasta jooksul mõõdeti lastel keha pikkus ja keha mass. Kalkuleeriti kehamassiindeks-KMI. Arvutati 9 nahavoldi paksuste summa, määrati laste somatotüüp, leides ekto-, endo- ja mesomorfsed komponendid. Keha koostise määramiseks kasutati „Multiscan 5000“ aparati ja arvutati keha takistusindeks. Teist korda mõõdeti keha koostist bioelektrilise takistuse määramise meetodil, mõõtes nahaaluse rasvkoe paksust optilise seadmega „Lipomeeter“. Lõpuks arvutati 15 nahaaluse rasvkoekihi punkti summa.

Longitudinaalse uuringu tulemusena tehti kindlaks, et antropomeetriliste parameetrite ja keha takistuse muutuste uurimisel puberteediperioodil tuleb arvestada nii sugulise küpsemisega kui kronoloogilise vanusega. Erinevused laste antropomeetrilistes näitajates mõjutasid oluliselt keha bioelektrilist takistust ja nahavoldide paksused olid usustavalt seotud keha

rasvasisaldusega. Seega näitas uurimus, et laste somatotüübi muutused võimaldavad meile olulist informatsiooni puberteediaegse ja eelse laste kasvamise ja küpsemise kohta. (Leppik, A., 2005).

## **2. Küpsemise käigus toimuvad muutused organismis**

### **2.1. Närvisüsteemi areng**

Lapsed reageerivad kiiresti keerulistele ja dünaamilistele harjutustele, mis stimuleerivad neuromuskulaarseid kohandumusi. Õigete motoorsete liigutuste oskuse puudumine lastel suurendab vigastusriski. Liigutusi treenimata ei suuda lapsed keerulisemaid motoorseid harjutusi sooritada kuni 10–12 aasta vanuseni, sest pole toimunud veel piisav kesknärvisüsteemi küpsemine. Näiteks treenimisega alustades on näha suuri edasiminekuid lihastugevuses ilma, et lihase suuruse kasv oleks märgatav. Selline areng toimub tänu neuraalsele kohanemisele. Eesmärk on parandada aju-lihaste ühendusi, tehes lihased aju käsklustele kuulekamaks (Anderson, G., S. ja Twist, P., 2005).

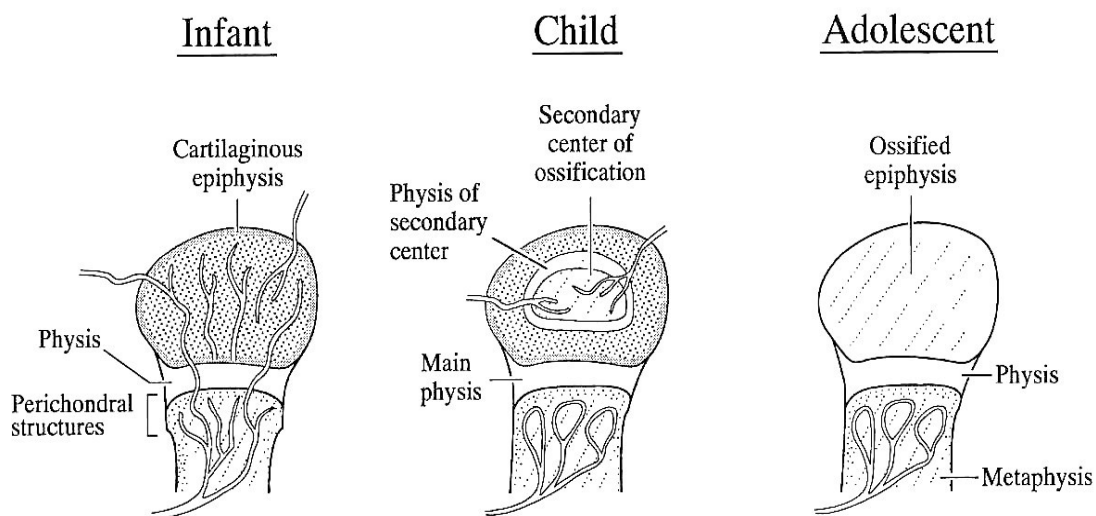
Kasvamise ja arenemise käigus ning laste närvisüsteemi arenedes täiustub ka laste tasakaal, osavus ning koordinatsioon. Närvikiudude müeliniseerumine peab toimuma enne, kui hakkavad arenema kiired ja tehnilist täpsust nõudvad liigutused, vastasel juhul on närvikiududes liikuvad impulsid oluliselt aeglasemad. Kesknärvisüsteemi müeliniseerumine toimub kõige kiiremini lapseas, jätkudes ka puberteedieas. Harjutuste ja oskuste täielik omandamine sõltub paljus närvisüsteemi täielikust küpsemisest ja müeliniseerumise tasemest. Ka jõunäitajate areng lihastes on seotud müeliniseerumisega. Peenmotoorika, jõu ja võimsuse kõrged näitajad ei ole võimalikud, kui laps pole saavutanud närvisüsteemi küpsust. Paljude motoorsete närvikiudude müeliniseerumine ei lõpe enne suguküpsuse saavutamist, seega on lihaste neuraalne kontroll ja funktsioonid enne seda tugevalt piiratud (Balyi, I., 2013; Wilmore, J. H., Costill, D. L., 1999).

### **2.2. Luude areng**

Luud, liigesed, kõhred ja nendevahelised sidemed moodustavad meie kehale struktuurse toetussüsteemi. Luudele kinnituvad lihaste otsad ning nad kaitsevad meie õrnu kudesid, toimides meie organismis fosfori ja kaltsiumi depoodena. Skelett moodustab meie üldisest kehamassist umbes 15%. Lisaks luukoele koosneb skelett kõhrestikust, sidemetest, veresoontest, rasvkoest ja veest. Luuline kude on kasvamisel oluline keha massi ja keha koostise komponent. Luuüdi osaleb ka vereloomes vererakkude tekkekohana. Luude arenemine kõhredest ja fibroosetest membraanidest (kolju) e. luustumine või ka luude formeerumine saab alguse juba lootestaadiumis ja kestab kuni 20. eluaasta keskpaigani. Pika luu keskosa, kust saab alguse ka luustumisprotsess, nimetatakse diafüüsiks, pika luu mõlemat otsa aga epifüüsiks. Lisas 1 on joonisel kujutatud pika luu formeerumise ja kasvamise protsess (Malina, R. M., jt., 1999; Wilmore, J. H., Costill, D. L., 1999).

Kõhrestik on kaetud fibroosete membraanide (kiududega – perikondriumiga). Luustumisprotsessi alguses, kui membraanis toimub veresoonkonna areng, saab alguse luustumise protsess. Perikondriumist areneb periosteum ja kondrotsüüdid ehk kõhrestiku rakud muutuvad osteoblastideks ehk luurakkudeks. Osteoblastidest erituvate ainete tulemusena moodustub ümber luu diafüüsi kest. Samal ajal teevad kõhrestikurakud luu keskosas ehk diafüüsis, mis muutub luustumise keskpunktiks, läbi rea muutusi, mille tulemuseks ongi luude kalsifitseerumine. Jätkub kõhre kasvamine pikkusesse ning luustumisprotsess jätkub l esialgselt punktist luu otste ehk epifüüsi poole. Luustumise käigus moodustuvad diafüüsi ja epifüüsi vahele epifüüsilised platood ehk kasvuplaadid, võimaldades luudel pikeneda kasvamise käigus. Luustumisprotsess on lõppenud, kui pidurdub luude kasv ja kõhrestiku rakud lakkavad kasvamast ning epifüüsi platoo asendub luuga. Hüppeliigese luustumisprotsess meestel lõppeb umbes 17 aasta vanuselt, põlveliigeses 20 aastast (Wilmore, J. H., Costill, D. L., 1999). Individuaalselt toimub luuküpsuse saavutamine väga erinevas vanuses, saades alguse tavaliselt vahetult enne teismeiga ja lõppedes 20-ndate eluaastate alguses. Näiteks tüdrukud saavutavad täieliku luuküpsuse mõned aastad enne poisse, põhjuseks tüdrukute kasvuspurdi varasem algus ja lõpp. Samuti on täheldatud et USA mustanahalistel lastel, eriti tüdrukutel, areneb skeletiline küpsus kiiremini. Alates imikueast kuni puberteedini on nad märkimisväärselt raskemad kui USA valgenahalised lapsed. Samuti saabub neil kiiremini kasvu tipp hetk ja neil on suurem kehamassiindeks (Rogol, D. A., jt., 2000).

Luustik on eluskude, mis vajab oma intensiivse kasvamise perioodil arenguks palju toitaineid ja mineraale, eriti kaltsiumi, ning rikkalikku verevarustust. Skelett toimib kui keha reservuaar, kus talletuvad erinevad eluks vajalikud ained nagu kaltsium ja fosfaat. Normaalseks luu kasvu tagamiseks on vajalik liikumine ja treening. On tehtud kindlaks et treening ei avalda mõju luu pikenemisele, küll suureneb aga luutugevus (Malina, R. M., jt., 1999; Wilmore, J. H., Costill, D. L., 1999). Läbi lapsea suureneb ka luumass, seda elu teise või kolmanda dekaadini. Puberteedi käigus lisandub 30-50% kogu luu massist (Bertelloni, S. jt., 2006). Kasvuplaadi vigastus võib kahjustada ja häirida luu vere-varustust, takistades luu arengut ja kasvuprotsessi, nt. võib üks jalg kasvada teisest pikemaks. Õnneks on sellised vigastused küll väga harvaesinevad, kuid siiski iseloomulikud spordile (Malina, R. M., jt., 1999; Wilmore, J. H., Costill, D. L., 1999).



Epifüüsi traumad ei pruugi alati viia invaliidistumiseni või suurte traumadeni, kuid vajalik on varajane vigastuse diagnoosimine. Kõige vigastusterohkemad spordialad on pesapall, ujumine ja tennis. Ka jalgpalli võiks lugeda väga ohtlikuks, samas muudavad mängijate väike kasv ja hea varustus jalgpalli noortele mängijatele turvalisemaks. Epifüüside luustumistuumade ja kasvuplstsstide konsolideerumine toimub eri vanustes ja see ongi luulise vanuse määramise aluseks. (Malina, R. M., jt., 1999; Wilmore, J. H, Costill, D. L, 1999).

### 2.3. Kopsud ja hingamissüsteem

Kopsude moodustumine saab alguse kohe peale viljastamist. Hingamissüsteemi areng ja kasvamine toimuvad paralleelselt lapse üldise arengu ja kasvumustriga. Keha massi ja suuruse lisandumisega, suurenevad ka kopsu suurus ja funktsioonid. Kopsude peamine ülesanne on transferida hapnikku ja süsinik dioksiidi välisõhu ja lapse hingamissüsteemi vahel. Teise olulise funktsioonina reguleerib hingamissüsteem gaaside transporti verest ja keha kudedest. Suurimad muutused kopsudes ja hingamissüsteemis toimuvad puberteedieas. Kuni suguküpsuse saavutamiseni suureneb koos vanusega kopsude maksimaalne ventilatsioon, suureneb ka hingamissagedus:

- 1)7-aastased 23 korda minutis
- 2)8-aastased 22 korda minutis
- 3)10-aastased 20 korda minutis
- 4)13-aastased 19 korda minutis
- 5)15-aastased 18 korda minutis.

Võrreldes vastündinutega suureneb suguküpsuse alguseks kopsude maht 10 kordseks,

puberteediperioodi lõpuks aga ligi 20 korda. Kasvamise käigus suureneb lastel hingamise minutimaht, kuni 8. eluaastani on tüdrukute ja poiste hingamise minutimahud võrdsed, seejärel poistel nad suurenevad, põhjuseks on tüdrukute väiksem kasv (Malina, R. M., jt., 1999; Wilmore, J. H, Costill, D. L, 1999).

#### **2.4. Südame-vereringe süsteem**

Vanuse ja kasvu suurenedes teeb laste veresoonkond läbi rea muutusi. Suurenevad lastel ja noorukitel nii südame mass, maht kui ka väljapaisatava vere hulk. Muutused toimuvad nii südame ehituses kui talitluses. Paralleelselt kasvamise ja kehakaalu suurenemisega toimub ka südamemassi juurdekasv. Puberteedieas toimuva kehakaalu tõusuga kaasneb ka südamekaalu suurenemine. Alates 10. eluaastast hakkavad suurenema südame vatsakesed, mis võimaldab kehalisel koormusel töövõime tõusu. Südame vasaku vatsakese kaal suureneb kogu lapsea vältel kuni 17 korda ja parema vatsakese kaal 10 korda (Malina, R., jt., 2004). Südamelöögi sagedus on puhkeseisundis ja treeningul seda kõrgem, mida noorem on laps, kuna lapse süda on väiksem ja vererõhk madalam. Et organism vajab suures koguses hapnikku, peab lapse süda töötama pingelisemalt kui täiskasvanu oma, kompenseerides südamelihase nõrkust ja madalat kontraktsioonitaset. Imikueas ja lapsepõlves on tüdrukute ja poiste südamelöögisagedus sarnane, kuid alates 10. eluaastast tekib kerge erinevus, kus tüdrukute löögisagedus on 3-5 lööki kõrgem kui poistel. Südame löögisageduse keskmised näitajad:

- 1) **7- 8** aastased – **80-92** lööki minutis
- 2) **9-10** aastased – **76-86** lööki minutis
- 3) **11** aastased – **72-80** lööki minutis

Kohanemist kehalise koormusega reguleerib noortel just südamelöögi sagedus, seevastu südamelöögi maht oluliselt ei muutu. Südamelöögi sagedus kiireneb esimesel 5-15 sek jooksul aeglaselt, kuid saavutab maksimumi kiiremini. Seepärast peaks soojenduse osa treeningutel olema lastel suhteliselt pikk (Balyi, I., jt., 2013; Malina, R., jt., 2004).

Vanuse lisandudes suureneb ka veresoonte pikkus, läbimõõt ja veresoonte seinte paksus. Laste veresooni iseloomustab suhteliselt suur diameeter ja kapillaaride hulk. Samas on veenide osakaal südame-veresoonkonna töös kehalisel koormusel väga piiratud. Südameõonte suurenemine loob olukorra, kus vere ringlusse paiskamiseks on vaja rakendada suurt mehhaanilist jõudu, tulemuseks on arteriaalse vererõhu suurenemine. Peamine iseärasus, mis iseloomustab südametööd puberteediperioodil seisneb selles, et südamemaht suureneb kiiremini kui veresoonte valendik.

Maksimaalse vererõhu väärtused on madalamad kui täiskasvanuil, kuid suurenevad progressiivselt hilises puberteedieas. Samuti on vererõhk seotud ka kehakaaluga, suurema

kehakaaluga kaasneb kõrgem vererõhk. Südame optimaalne löögimaht kujuneb välja alles täiskasvanuna. Puberteedieas suureneb südamelihase kontraktsioonivõime, pikeneb diastol ja lüheneb süstolifaas. Võrreldes täiskasvanutega, on laste maksimaalne südamelöögi sagedus kõrgem, kuid see väheneb lineaarselt vanuse lisandumisel. Alla 10 aastaste laste puhul on tavaline 210 lööki minutis samas kui 20. aastase löögisagedus on umbes 195 lööki minutis. Maksimaalne löögisagedus väheneb vähehaaval- umbes 1 löök minutis aasta kohta (Malina, R. M., jt., 1999; Wilmore, J. H., Costill, D. L., 1999).

## **2.5. Vere koostis lastel**

Suhteliselt suur vere hulk annab lastele head tingimused kudede varustamiseks hapniku ja toitainetega. Piisav on ka punaliblede sisaldus veres. Valgete punaliblede hulk on kõige suurem vastsündinutel, langedes seejärel kuni puberteedi alguseni, mil saavutab täiskasvanute taseme. Nii punased vererakud kui hemoglobiin on olulised hapniku transportimisel keha erinevatesse kudedesse. Punased vererakud moodustuvad imiku ja lapseas luuüdis. Meessoost nooruki veremaht on tavaliselt 5 liitrit verd, millest umbes 3 liitrit moodustab vere plasma ja ülejäänud osa rakud, põhiliselt punased vererakud. Vere mahu suurenemine toimub alates imikueast kuni puberteedini ja on korrelatsioonis keha massi suurenemisega. Puberteedieas saavutavad poisid ka suurema veremahu kui tüdrukud. Sugudevahelised erinevused esinevad ka vereloomes. Kõik vere mahus toimuvad muutused puberteedieas on seotud muutustega, mis toimuvad keha koostises ja massis. Vere hemoglobiinisaldus võib puberteedieas suurendada tasemeni 16g/100ml kohta meestel ja 14g/100ml kohta naistel, mõjutades oluliselt hapniku transporti intensiivse treeningu käigus (Malina, R. M., jt., 1999).

## **2.6. Hormoonid ja endokriinsüsteem**

Hormoonide ja sisesekretsiooni näärmete talitlusest sõltub oluliselt organismi normaalne vaimne ja kehaline areng. Hormoonide tegevust võib põhimõtteliselt jagada kolme kategooriasse:

- 1.**Morfogenees** – hormoonid reguleerivad indiviidi kasvamist ja küpsemist- keha ja keha osade kasvamist ja kasvamise määra, teiste sugutunnuste arengut.
- 2.**Integratsioon** – hormoonid on kompleksed mehhanismid, mis reguleerivad keha sisemisi ja väliseid reaktsioone, aidates kehal adapteeruda stressirohketele situatsioonidele nt. füüsiline treening.
- 3.**Säilitamine** – hormoonid aitavad kehal säilitada vajalikku keskkonda – soola, kaltsiumi ja vee tasakaalu ja vajalikke substraatide nt. glükoos ja toitainete paigutust.

Lapseas on kõikide eluliselt vajalike näärmete aktiivsus suur, välja arvatud sugunäärmed. Eriti kiire arenguga on esialgu epifüüs ja harknääre, alates 7. eluaastast hakkab epifüüs atrofeeruma. Harknääre on maksimaalse suurusega 11-15 aasta vanuses a hakkab samuti siis atrofeeruma. Harknääret seostatakse kõige enam kasvu stimuleerimisega. Suguküpsuse saavutamise perioodil muutuvad aktiivseimaks sugunäärmete, neerupealise ja kilpnäärme funktsioonid.

Sugunäärmete areng on pikaajaline protsess, mille viimast ja kõige intensiivsemat etappi kutsutakse suguliseks küpsemiseks ehk puberteediks, kuna oluliselt suureneb suguorganite arengut stimuleeriva hormooni – gonadotropiini produktsioon. Kujunevad välja sekundaarsed sugutunnused. Poistel intensiivistub testosterooni tootmine, kuigi 6-10 aasta vanuses on poistel ja tüdrukutel androgeenhormoonide produktsioon võrdne, tüdrukutel saavutab vajaliku taseme naissuguhormoonide ehk östrogeenide produktsioon, suurendades 13-14 aastastel tüdrukutel munasarjades kollaskeha arengut stimuleeriva-luteniseeriva hormooni- eritust, mis on aluseks esimese menstruatsiooni tekkele. Lisas 2 on ka välja toodud osaline nimekiri hormoonidest, mis osalevad kasvamise ja küpsemise protsessil (Malina, R. M., jt., 1999).

Neerupealise koore hormoonid mõjutavad suuresti kehalise koormuse talumist. Puberteedieas, kus noored arenevad kõige kiiremini ja neerupealse koore hormoonide produktsioon on kõige suurem, on kehalise koormusega kohanemine kõige halvem (Boisseau ja Delamarche, 2000).

## **2.7. Skeletilihaskude**

Lihased on suurim kudede mass inimese kehas, olles tõekehjõuks kehalisel aktiivsusel. Iga skeletilihas, mida meie kehas on rohkem kui 500, sisaldab endas väiksemaid ühikuid – lihaskiude, mis omakorda koosnevad müofibrillidest. Seitsmendast eluaastast suureneb lihaste müofibrillide arv ja kontraktsioonivõime, lihaskiud paksenevad. 10–12 eluaastal - areng hoogustub, põhjuseks endokriinnäärmete talitluse hoogustumine. Produitseeritakse rohkem lihasvalkude sünteesi stimuleerivaid androgeene. Süstemaatilise harjutamise tagajärjel tekkivate morfoloogiliste muutustega lihaskonnas võib paraneda üldine aeroobne võimekus (Katic jt., 2004).

Lapseas on soolised erinevused lihaskoe massis ja koostises väga väikesed. 11 aasta vanuselt, kui algab tüdrukute kasvuspurt, on mõnda aega tüdrukutel suuremad sääremarja lihased. Soolised erinevused lihaskoes, kuni täiskasvanu staatuse saavutamiseni, on kõige ilmsemad ülemistes kehaosades. Sünnijärgne lihaste kasv on ennekõike hüpetroofia tulemus. Täiskasvanule omane lihase diameeter saavutatakse hilises puberteedieas. (Malina, R. M., jt., 1999).

Puberteedieas suureneb testosterooni mõjul poistel luustiku kasv, lihaskasvu tõttu suureneb silmnähtavalt jõud, jäsemetelt väheneb rasv. Maksimaalne rasvakadu ja ülajäsemete lihaskasv haakuvad kasvu tipp hetkega (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000; Rogol, A. D, Clark, P.A ja Roemmich J. N., 2000). Peale kasvuspurti aeglustub luude kasv pikkusesse enam kui lihasmassi kasv, mistõttu suureneb puberteediealiste poiste lihasmass kiiremini kui nende kasv pikkusesse (Leppik, A., 2005).

### 3. Bioloogiline küpsemine ja motoorne võimekus

Poiste ja tüdrukute motoorne võimekus suureneb kuni 17. eluaastani. Tüdrukute motoorse võimekuse areng peatub puberteedieas ja seda kolmel põhjusel: 1) östrogeeni taseme tõus puberteedi eas viib kehas rasvkoe lisandumiseni, mis omakorda mõjutab soorituste taset; 2) tüdrukutel on väiksem lihasmass; 3) tüdrukud on vähem aktiivsed kui poisid. Suuresti on motoorne võimekus sõltuv ka sotsiaalsetest põhjustest. Poisse julgustatakse olema aktiivsemad ja sportlikumad kui tüdrukud (Wilmore, J. H, Costill, D. L, 1999). 6-9 aastaste laste puhul on paljud teadlased leidnud positiivseid seoseid motoorse võimekuse ja skeetilihase küpsemise vahel. Kronoloogilise vanuse, skeleti vanuse ja keha suuruse vahelised seosed mõjutavad tugevalt spordiala spetsiifilist sooritust.

Võrreldes lihasjõuga mõjutab skeetilihase küpsus enam motoorset võimekust, mõjutades aeroobse võimekuse, jõu, staatilise jõu, plahvatusliku jõu ja jooksukiiruse paranemist tüdrukutel. Küpsemate tüdrukute sooritusid olid edukamad kui vähem küpsel tüdrukutel, mistõttu on oluline märkida et erinevad võistlusstandardid peaksid enam silmas pidama laste bioloogilist kui kronoloogilist vanust (Balyi, I., jt. 2013; Domingues, M., 2013). Eesti teadlased Viru, A., jt viisid 1998 aastal läbi uurimuse, mille käigus iseloomustati kronoloogilise vanuse baasil mootorsete võimete nagu jooksukiirus, aeroobne vastupidavus ja lihasjõu kiirenenud paranemise faase. Materjali uurimuseks koguti kogu endisest Nõukogude Liidust ja ka teistest Ida-Euroopa maadest. Uuritav vanusespekter oli 6-18 aastat. Läbiviidud motoorsed testid: kiirust hinnati maksimaalse jooksukiiruse põhjal, võimsust (plahvatuslikku jõudu) paigalt kaugushüppega, vertikaalse hüppega või tagurpidi hüppega. Lihasjõu testimiseks kasutati erinevaid motoorseid teste – hinnates käe pigistusjõudu, õla tõmbejõudu, põlve sirutust. Teste sooritati ka mõõtmaks aeroobset vastupidavust. Uuringu käigus leiti et poistel avaldusid kiiruslikud võimed 7-8 aasta vanuses, tüdrukutel aga 8-9 aasta vanuses. Plahvatusliku jõu näitajad avaldusid poistel 7-9 aasta vanuses, aeroobne võimekus arenes enim 11-15 aasta vahel poistel ja 11-13 aasta vahel tüdrukutel. Seega leiti et kiirendatud mootorsete võimete areng lastel ja noorukitel toimub kahel perioodil, poistel vanuses 7-9 ja 12-16 ja tüdrukutel vanuses 6-8 ning teine periood ilmneb umbes kaks aastat varem kui poistel. Seepärast on lapseas ja puberteedieas toimuvad kriitilised perioodid väga olulised just motoorse arengu tarvis, kuna need võivad põhjustada motoorse võimekuse kiirendatud arengu (Jürimäe, J. Ja Jürimäe, T., 2000).

Sama bioloogilise ja kronoloogilise vanusega lastel võivad olla väga erinevad antropomeetrilised parameetrid. Kahel 10 aastasel lapsel võib keha pikkus erineda 10-15 cm. Samuti ka keha mass. Näiteks võivad testides, mis nõuavad jõudu ja kiirust olla väikesekasvulised lapsed nõrgemad kui tavalise või suure kasvuga lapsed. Samas võib

vastupidavus pikakasvulistel lastel olla halvem nende suure keha massi tõttu (Jürimäe, J. Ja Jürimäe, T., 2000).

### **3.1. Füüsiline aktiivsus ja motoorne võimekus.**

On hästi teada, et tervis on seotud kehalise aktiivsusega ning regulaarne füüsiline aktiivsus ja elustiil mõjutavad füüsilist vormi lapsepõlvest kuni täiseani. Lihtsaim võimalus seostada lapsi pideva füüsilise aktiivsusega on suunata nad organiseeritud sporditegevuse poole, sest laialt on teada fakt, et varakult alustatud süsteemse treeninguga on võimalik saavutada sportlik edu. Organiseeritud sport võimaldab lastel kogeda: 1) tervise paranemist; 2) kõrgendatud sotsiaalset ja füüsilist kasvumist; 3) kiirendatud küpsemist. Läbi organiseeritud spordi on võimalik arendada ka oma motoorseid võimeid ja füüsilist valmisolekut, eriti neil, kes tunnevad selleks vaimset ja füüsilist väljakutset. Paljud spordialad – ujumine, tennis, võimlemine nõuavad lastelt pühendumist intensiivsetele treeningutele juba puberteedieelsetel aastatel, alustades treeningutega juba 4-5 aastaselt, kuigi teadlaste poolt on soovitatav mitte spetsialiseeruda kindlale spordialale enne 10. eluaastat. (Erlandson, M., C., jt. 2008) Austraalia teadlaste poolt on motoorse võimekuse testide abil kindlaks tehtud, et spordis edukate ja mitteosalevate laste motoorsed võimed ei erine üksteisest eriti. Kuidas on võimalik teha kindlaks, et laps on valmis sportima? Lapse valmisolek polegi üheselt mõistetav, seda mõjutavad paljud erinevad faktorid – füüsilised, motoorsed, sotsiaalsed, emotsionaalsed ja kognitiivsed, rõhutades individuaalset valmisolekut ja spetsiaalseid nõudmisi ülesandele (Balyi, I., jt., 2013).

Laste kaasamisel sporti on oluline roll talentide määramisel neile sobivale spordialale. Lapsed, kes on enam küpsed saavad tegeleda spordialadega, mis nõuavad kiirust ja jõudu, samas kui vähem küpsematele lastele on sobivam nt. tants ja võimlemine. Talentide valimise olulisim komponent on erinevad motoorse võimekuse testid – jalatõsted, erinevad jooksud, paigalt kaugushüpe ja kätekõverdused. Lihtsaim viis talentide selekteerimiseks on lisada tavalistele koolis läbi viidavatele kehaliste võimete testidele veel eriteste, mille põhjal teha vastavad järeldused (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000).

#### 4. Bioloogilise ja kronoloogilise vanuse kokkulangematus.

Kasvamine, küpsemine ja areng toimuvad kõik ajalises raamistikus. Täiskasvanu staatust on võimalik saavutada vaid läbi kasvamise, küpsemise ja arenemise protsessi. Kõik need protsessid on plastilised, olles mõjutatud paljudest keskkonnateguritest – toitumine, lastehaigused, füüsiline aktiivsus ja paljud muud keskkonnamõjud, mis haakuvad indiviidi geneetilise kasvamise ja küpsemise potentsiaaliga (Georgopoulos, N.A., jt., 2010). Kuna üksikute organite ja organsüsteemide areng on ebahütlane ja toimub eri aegadel, ei vasta kronoloogiline vanus alati kasvava organismi tegelikule arenguetapile. Joonis 6 peatüki lõpus iseloomustab illustratiivselt fakti, et samavanused lapsed ja noorukid võivad erineda üksteisest kasvu, arengu ja individuaalsete iseärasuste poolest kuni kaks aastat. Näiteks võivad mõned tüdrukud olla juba suguküpsed, samas kui teised on alles selle protsessi alguses ja teistel algab ta alles mõne aasta pärast. Seega on neil erinev bioloogilise küpsuse aste ehk erinev bioloogiline vanus (Malina, R.M., jt., 2004). Näiteks jalgpallis on aasta esimestel kuudel sündinud poisid eelistatumad, kuna nad on tugevamad ja kogenenumad, kui need, kes on sündinud hiljem. Seega on noorte mängijate valikul suhtelisel vanusel väga oluline mõju (Chibane, S., Hautier, C., s.a.; Hensen jt., 2005).

Bioloogilise vanuse juures saab eristada kolme erinevat varianti: normaalne, kiirenenud ehk **aktseleeratsioon** ja aeglustunud ehk **retardatsioon**. Juba 1957 viidi USA-s „*Little League*“ nimelises pesapalliliigas läbi uurimus, mis näitas et varaküpsenud poisse oli liigas osalevate laste hulgas rohkem kui hiljem küpsevaid poisse. Samuti esineb tunduvalt enam varaküpsenud poisse eliitase hoki- ja jalgpallivõistkondades (Malina, jt., 2004). Noori, kes kasvavad ja küpsevad kiiremini kui nende eakaaslased, kusjuures vahe võib olla kuni 2 aastat, nimetatakse **aktseleerantideks**. Aktseleeratsioon võib olla **harmooniline** või **mitteharmooniline**. **Harmooniline areng** tagab kõikide organsüsteemide ühtlase arengu. Lihasjõu ning vastupidavuse poolest on need noored eakaaslastest üle. Südame-veresoonkonna kohastumuslikud reaktsioonid vastavad nende bioloogilisele vanusele. Spordis võivad nad saavutada edu ka vanematega võisteldes, eriti jõu- ning kiirusjõualadel. Samas napib neil vanematega võrreldes kogemuslikke oskusi ning psüühika on tihti tasakaalustamata. Sportlik karjäär võib lõppeda vaimsete ja sotsiaalsete probleemidega, kui on taandunud kiiremast kasvamisest ja küpsemisest tingitud kehalised eelised (Balyi, I., Way, R., s.a., Erlandson, M., C., 2008) Samas **mitteharmoonilistel aktseleerantidel** ei esine ühtlast arengut erinevate organite, organsüsteemide ja nende talitluse vahel. Kehamõõtmete suurenemine ei tähenda veel, et samavõrd arenevad ka siseelundid, eriti süda. Kehaehituse ebaproportsionaalsus põhjustab keha raskusekeskme nihke, muutub töövõime. Üheaegselt

pikkuskasvuga ei arene piisavalt lihaskond. Lihaskorseti puudumine tekitab rühihäireid. Luustiku pikkuse ja lihaskonna disproportsioon (puudub mõõduline kooskõla) tekitavad koordinatsioonihäireid. Kiire kasvupurdi tulemusena jäävad liigesed ja liigessidemed arengus maha, on suhteliselt nõrgad ja kergesti kahjustatavad. Tihti esineb düsbalanss liikumisaparaadi dünaamiliste ja inertsete struktuuride vahel. Spordis esineb neil rohkem vigastusi, südame-vereringe ülekoormusi ja psüühilisi probleeme. Väga raske on neile leida sobivaid optimaalseid treeningukoormusi. Seetõttu tuleb nende treeninguplaanidesse rakendada rohkem üldkehalist võimekust arendavaid treeninguid ja tähelepanu pöörata lihashooldusele (Lloyd, R.,S ja Oliver, J.,L.,2014).

**Retardandid** kasvavad ja küpsevad eakaaslastest aeglasemalt, kasvupeetus on oma olemuselt viivitus kasvamise tempos. Sellisel juhul pole kronoloogilisele vanusele lisandunud umbes aasta jagu luulist arengut ja kasvu, seega vajab laps enam aega, et jõuaks lõpule täielik kasvamise protsess. Enamus sellistest lastest saavutavad nii nooruki- kui täiskasvanustaatuse hilinemisega (Rogol, A. D, Clark, P. A. ja Roemmich J. N., 2000).

Kõige levinumad põhjused kasvamise pidurdumisel on 1) geneetilised: perekondlik lühike kasv ja sellest tulenev hiline kasvamine, 2) erinevad emakasisesed haigused sünnieelsel perioodil, 3) alatoitumine, 4) kroonilised haigused ja 5) seletamatud (kasvupeetus koos vaimse alaarenguga või kesknärvisüsteemi haigusega, või siis mõlemad). Endokriinsüsteemi haigused nagu kasvuhormooni ja türoidhormooni puudus põhjustab kasvu retardatsiooni umbes 10 % -l kasvupeetusega lastest (McCarthur, R. jt., 1977). Kuigi paljudel spordialadel on eelis just varaküpsetel lastel, seda eriti poiste puhul, leidub palju ka spordialasid, mis sobivad hilisema arenguga noortele, eelkõige osavust ja kordinatsiooni nõudvad spordialad. Perioodil, kus keha kaal ja mõõtmed suurenevad võib sportlik areng tihti pidurduda, rakendades aga kasvamise-ja küpsemise perioodil optimaalseid treeningukoormusi võivad ka retardandid saavutada kõrgeid sportlikke tulemusi (Rogol, A. D, Clark, P. A ja Roemmich J. N., 2000). 2004 aastal R. Malina jt. poolt läbi viidud uurimuse kohaselt leidis 11 ja 12 aastaste hokimängijate hulgas võrdselt aktselerante ja retardante, samas kui nende spordialade vanemate poiste hulgas olid varaküpsenud poisid esindatud juba enam võrreldes hiljem küpsevate poistega.

Laste bioloogilise küpsuse näitajana on kronoloogiline vanus ebapiisav. Sama kronoloogilise vanusega laste hulgas võib leida erinevaid füüsilisi karakteristikuid (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000; Leppik, A., 2005). Laste bioloogiline vanus on seoses sugulise, luulise ja somaatilise küpsemisega. On oluline teada laste bioloogilise küpsuse astet, et osata iseloomustada nende motoorse võimekuse taset. Puberteedieelsetel aastatel on motoorses võimekuses eelis aktselerantidel, samas kui nende arengutase hilisematel aastatel jääb kas samaks või isegi madalamaks, võrreldes hilisema bioloogilise küpsemisega lastega. Maailma spordis on palju

näiteid kõrgetasemelistest sportlastest, kes on olnud hilised küpsejad ja kelle antropomeetrilised parameetrid olid madalamad, kui enamusel noortel eelpuberteedi ajal (Jürimäe, J. ja Jürimäe, T., 2000).

**Joonis 6** Kolm võimlejat sama kronoloogilise vanusega. I.Bayili ja R. Way, *The Role of Monitoring Growth in Long-Term Athlete Development (LTAD)*.



## 5. Töövõime areng lapse- ja puberteedieas

### 5.1 Aeroobne võimekus.

Aeroobne töövõime näitab organismi võimekust kindlustada töötavad lihased võimalikult rohke hapnikuga, ning aeroobse töövõime eest vastutavad respiratoorne süsteem, südameveresoonkond ja lihaskond. Vastupidavustreeningute tulemusena suureneb südame löögimaht ja paraneb lihaste varustatavus hapnikuga, kuna suureneb lihaseid ümbritsev kapillaarvõrgustik. VO<sub>2</sub> max suurenemine puberteedieas toimub ka ilma treenimata, kuna kasvamise käigus suurnemvad ka kopsud (Balyi, I., jt, 2013). Maksimaalne hapnikutarbimine (VO<sub>2</sub> max) näitab maksimaalset hapniku hulka (liitrit /minutis), mida organism on võimeline pingelisel tööol oluliseks omastama. VO<sub>2</sub> max suurenemine toimub järjepidevalt kuni 16. eluaastani, tüdrukutel aga kuni 13. eluaastani, jäädes seejärel kuni puberteediea lõpuni sellele tasemele. Absoluutne VO<sub>2</sub> max tarbimine on poistel kõikides vanuseastmetes suurem kui tüdrukutel. 10-12 aasta vanuses ulatub tüdrukute maksimaalne VO<sub>2</sub> max tarbimine 85-90% poiste VO<sub>2</sub> max väärtusest, peale seksuaalset küpsemist ja puberteediea kasvuspurti ulatub tüdrukute VO<sub>2</sub> max vaid 70% poiste väärtusest. VO<sub>2</sub> max kasv on mõjutatud keha massi suurusel – mida suuremat kasvu on inimene, seda suurem on ka tema VO<sub>2</sub> max. Seepärast on ka VO<sub>2</sub> max tarbimise kasvukõver väga sarnane laste ja noorukite kasvu ja keha massi muutuste kõverale. VO<sub>2</sub> max näitajate suurenemine algab 9,5 ja 11,5 aasta vanuses, puberteediaegne VO<sub>2</sub> max suurenemine saab alguse umbes 13 aasta vanuses ja jõuab kõrgpunkti umbes ühe aasta pärast. Tüdrukute VO<sub>2</sub> max väärtuse suurenemine on vähem intensiivne kui poistel. Maksimaalset hapnikutarbimist peetakse olulisemaks näitajaks kardiorespiratoorses vastupidavuses ja aeroobses võimekuses. Vastupidavusalade eliitsportlastel on see tavaliselt kõrge (Malina, R. jt., 1999)

Vastavateemaline uuring vastupidavustreeningu mõjust maksimaalse hapnikutarbimise paranemisele erinevast soost lastel viidi läbi 80 puberteedieelsel lapsel vanuses 10.–11. aastat. 35 last (17 tüdrukut, 18 poissi) põhirühmas, olid kaasatud 13 nädalat kestva vastupidavustreeningutele ja 50 (22 tüdrukut, 28 poissi) olid kontrollrühmaks. Kõik lapsed läbisid samadel tingimustel töövõime testi ergomeetrial enne ja pärast 13-nädalast treeningperioodi. Testi sooritamise ajal jälgiti pidevalt hapnikutarbimist, süsihappegaasi eritumist, ventilatsiooni- ja südame löögisagedust. 13- nädalane treeningprogramm koosnes intervall- ja kehvustreeningutest (kolm korda nädalas, üks tund, südame löögisagedus ca 80% maksimaalsest). Treeningul läbiti ühtlases tempos (15–30 min) 1500–4500 m, lisati veel teisi tegevusi: ujumist, jalgpalli ja korvpalli. Südame löögisagedus intervall treeningul oli 90% ja kehvustreeningul 75–80% maksimumist, arvestades individuaalselt iga lapse maksimaalset näitajat. Treeningul kandsid kõik lapsed pulsikella. Eesmärk oli olla 15–30 min intervall

treeningu tsoonis ja 45 min kehvustsoonis ning tõsta koormusi järk-järgult. Motivatsiooni säilitamiseks arvestati individuaalseid võimeid ja kaasati treeningprogrammi lõbusaid tegevusi. VO<sub>2</sub>max võime tõusis märgatavalt pärast 13 nädalat kehvaid koormusi eksperimentaalrühmal (enne = 42,3 pärast = 45,3 ml.min-1 kg kohta), samal ajal kui kontrollrühmal olid muutused mitteolulised (enne = 43,1 pärast = 42,6 ml.min-1.kg kohta). Suuremat paranemist täheldati selles uuringus tüdrukutel (9,1%), vähem aga poistel (4,6%). Tüdrukute parem tulemus võis olla tingitud esialgsest madalamast kehalise võimekuse tasemest. Käesolev uuring näitas, et maksimaalne hapnikutarbimine võib suurenedada puberteedieelsetel lastel pärast kombineeritud aeroobset intervall- ja kehvusttreeningut (Mandigout jt., 2001).

On vaja veel edaspidiseid lisauuringuid intervalltreeningute ja kehvusttreeningute vahetõõra mõjust VO<sub>2</sub>max tõusule (Baquet jt, 2003).

Kuigi aeroobne võimekus on suuresti geneetiliselt määratud, on siiski treeningutega võimalik seda suurendada kuni 20% (Rusko, 2008). Ilma treenimata hakkab VO<sub>2</sub>max tase langema 20. eluaastate algusest, kuid treeningutega on võimalik seda langust võimalik oluliselt edasi nihutada (Malina, R., jt., 1999).

Maksimaalset aeroobset võimekust lastel ja noorukitel mõjutavad lisaks keha suurusele ja küpsuse astmele ka erinevad struktuursed, füsioloogilised ja biokeemilised faktorid. Lapsed ja noorukid on võimelise mobiliseerima oma aeroobset võimekust poole kiiremini kui täiskasvanud, see võimaldab, et lapsed suudavad taluda harjutuse algul kerget O<sub>2</sub> defitsiiti, olles vähem sõltuvad glükogeeni kasutamise ja laktaadi tekkega kulgevast energiatarbimise rajast. Lapsed ja noorukid taastuvad täiskasvanuist kiiremini ka kõrge intensiivsusega harjutustest, vajades lühemaid puhkeperioode intervalltreeningute vahel (Balyi, I., jt, 2013; Malina, R. jt., 1999; Wilmore, J. H, Costill, D. L, 1999).

## **5.2. Liigutuste ökonoomsus.**

Jooksmaks samal kiirusel 180m/min vajab 7 aastane laps umbes 95% maksimaalsest aeroobsest jõust, kui 16 aastane nooruk vajab vaid 70%. Lisas 3 on välja toodud skemaatiliselt kuidas, madalam metaboolne reserv on põhjuseks, miks nooremate laste pikema distantsi jooksutulemused on alati nõrgemad kui vanuselisel vanematel lastel, isegi kui ei esine erinevusi VO<sub>2</sub> max tarbimises. Laste jooksu ökonoomsus on väiksem, kuna neil on lühem samm, mistõttu peab ta tegema rohkem samme kui täiskasvanu ja seda igal kiirusel. Suurem sammude sagedus on aga mehhaniliselt nõudlikum, kulutades rohkem keemilist energiat. 7-8 aastastel lastel puudub veel ka optimaalne neuromotoorne kontroll, mistõttu ei suuda nad sünkroniseerida veel lihasgruppide vahelist tööd (Balyi, I., jt, 2013; Malina, R. jt., 1999;

Wilmore, J.H, Costill, D. L, 1999).

Treenerid ja õpetajad peavad olema kannatlikud lapsele õige liikumistehnika õpetamisel. Liikumise ökonoomsuse saavutamine on üks olulisim vastupidavuse täiustumise aluseid. Õige sporditehnika omandamine parandab lapse vastupidavuse näitajaid ka treeningmahtu tõstmata. Ettevaatlikult tuleb suhtuda treenimisel sportlase vaimsesse seisundisse, rasked ülesanded võivad tekitada psühholoogilist stressi. Keerulisemate harjutuste õpetamisel on soovitatav läheneda sportlasele individuaalselt, anda positiivset tagasisidet ja järk-järgult lisada uut informatsiooni ning pakkuda uusi väljakutseid. Oluline on mõista, et vastupidavuse arendamine on pikaajaline protsess (Balyi, I., jt., 2013; Grasso, 2004).

### **5.3 Anaeroobne võimekus**

Alustades treenimist laia aeroobse baasi loomisega, tõstame lapsel ka anaeroobset läve ning see aitab taluda edaspidi suuremaid treening-koormusi (Grasso, 2004). Ka anaeroobsel tasemel paranevad sooritused poistel läbi lapsea ja puberteedi, kuid tükikaudel vaid kuni puberteedieani, jäädes siis konstantseks. Soolised erinevused laste ja noorukite anaeroobse võimekuse arengus on kuni puberteedini üldiselt väikesed, kuid suurenevad oluliselt puberteedieas. Hilisemalt on veel leitud, et treenides intensiivsusel 80% maksimaalsest südamelöögisagedusest võib VO<sub>2</sub> max paraneda lastel 8–10%. Ka mõõdukas aeroobne treening võib parandada VO<sub>2</sub> max lastel ja noorukitel 5–6%.

Anaeroobse soorituse puhul saab määravate teguritena nimetada ka morfoloogilisi (lihaskiu tüüp), füsioloogilisi (hapniku tarbimise süsteem, ainevahetussüsteem), biokeemilisi ja neuromuskulaarseid faktoreid. Maksimaalse anaeroobse töövõime areng on samuti seotud tihedalt keha suuruse, rasvavaba massi ja lihasmassi suurusega. Lähtuvalt vanusest ja soost on maksimaalne anaeroobne töövõime seotud kõige enam lihasmassi suurusega. Lihaskoe karakteristikud – sarkomeeride paigutus, lihaskiu pikkus, struktuursete elementide pindala, on mehhanismid, mis toetavad lihase võimet taluda tugeva võimsusega tööd anaeroobsetes tingimustes. Tabelis välja toodud morfoloogilised, füsioloogilised ja biokeemilised tegurid anaeroobsel tööl muutuvad kasvamise käigus, ka lihasmassi suurenemine toimub kuni puberteediea kasvuspurdini. Seega on selline lihasmassi suurenemine otsene viide absoluutsele anaeroobsele võimsusele, mida on võimalik arendada (Malina, R. jt., 2004).

**Tabel 2 morfoloogilised, füsioloogilised, biokeemilised ja neuromotoorsed faktorid, mis mõjutavad laste ja puberteediaaliste anaeroobset võimekust, Malina, R., jt 2004, *Growth, Maturation and Physical Activity*.**

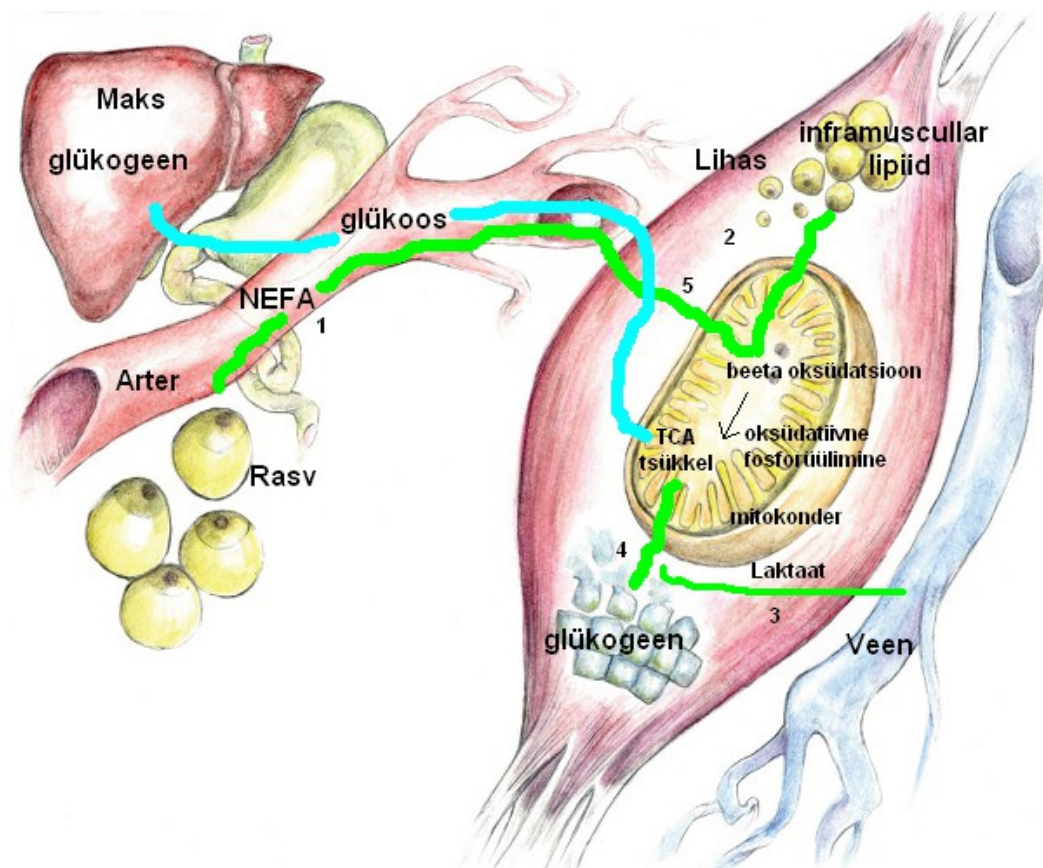
<b>Variable</b>	<b>Direction of change with growth</b>
Muscle mass	Increases
Maximal oxygen debt per unit body mass	Increases or no change
Rate of anaerobic glycolysis	Increases
Muscle phosphofructokinase activity	Increases
Submaximal and maximal blood lactate levels	Increases
Submaximal and maximal muscle lactate levels	Increases
Blood pH at end of anaerobic or maximal aerobic exercise	Decreases
Neuromotor control	Improves

Kasvamise käigus suurenevad lihastes ka ATP, kreatiinfosfaadi ja glükogeeni varud. Lõdvestunud lihases on võrreldes varase sünnijärgse seisundiga 30% enam ATP-d ja kreatiinfosfaati. ATP kontsentratsioon jõuab maksimaalsele tasemele enne puberteediaegset kasvuspurti ja seksuaalset küpsemist (Malina, R. jt., 2004). Siiski on lapsed suhteliselt paremini kohandunud aeroobsetele harjutustele, sest nende energia kasutamine tugineb rohkem oksüdatiivsele metabolismile võrreldes täiskasvanutega. Glükolüütilised protsessid on suuresti vanusest sõltuvad ning on efektiivselt kasutatavad alates puberteediaast (Boisseau ja Delamarche, 2000).

Energia kasutamine treeningu ajal erineb lastel suuresti täiskasvanutest. Prepuberteediaalne laps sõltub vähem süsivesikutest ja kasutab rohkem lipiide (rasvu) energiaallikana. Joonisel näitab Ridell (2008) lastel toimuvat energia kasutamist:

- 1) suureneb rasvhapete kasutusele võtmine ja väheneb maksast saadud glükoosi kasutamine;
- 2) suureneb sõltuvus lihasesiseste lipiidide oksüdeerumisest;
- 3) väheneb lihaste glükogeeni sisaldus;
- 4) väheneb glükolüütiliste ensüümide aktiivsus lihases;
- 5) kasvab rasvhapete transport mitokondrisse.

Joonis 7 Energeetilise substraadi kasutamine mõõdukal intensiivsusel pikaajalisel kehalisel koormusel lastel (Ridell, 2008).



Maksimaalse võimsusega harjutuse käigus ei suuda lapsed taluda veres ja lihastes kõrget laktaadi taset. Võimalik et hormonaalse küpsemise tulemusena väheneb laktaadi kontsentratsioon veres vanusega. Samuti on lihastööl tekkiv laktaaditase laste ja noorukite veres madalam kui täiskasvanutel. Seega võib väita et aeroobse glükolüüsi põhilise regulaatori – fosfofruktokinaasi aktiivsus on lastel ja noorukitel võrreldes täiskasvanutega madalam, mistõttu kulub neil kõrge intensiivsusega harjutustest taastumiseks vähem aega kui täiskasvanutel. Lapseeast läbi puberteedi areneb anaeroobne energiatootmissüsteem mõnevõrra rohkem kui aeroobne energiatootmissüsteem (Bayili, I., jt, 2013; Malina, R. jt., 1999).

## 6. Treeningute ülesehitus.

Selleks et andekas mängija/sportlane jõuaks oma spordiala eliitasemele kulub 8-12 aastat. Seda kutsutakse 10 aasta või 10000 tunni reegliks, viidates vähemalt 3 tunnisele treeningule iga päev 10 aasta vältel. Paljud pikaajalised treeningplaanid on üles ehitatud lähtudes sportlaste kronoloogilisest vanusest, kuigi kronoloogiline vanus pole kõige parem indikaator, millel võiks baseeruda 10-16 aastase noorsportlase arengumudel, kuna selles eas on suured erinevused füüsilises, kognitiivses ja emotsionaalses arengus (Balyi, I., Hamilton, A., 2004; Balyi, I., jt, 2013). Treeningplaanid peavad olema koostatud läbimõeldult, arvestades lapse bioloogilise arengu etappidega (Acikada, C., 2004). Selleks et koostada treeninguks optimaalseid, individuaalseid programme noorukite kriitilise ea tarbeks oleks lahendus kasutada laste kasvu kõrgpunkti kui indikaatorit. Enne jõudmist kasvu tippphetke saavad poisid ja tüdrukud treenida ühiselt ning kronoloogilist vanust saab kasutada hindamaks treeninguid, võistlustegevust ja taastusprogramme. Siinkohal tuleb muidugi silmas pidada, et kasvu tippphetke mõjutavad nii geneetiline, kultuuriline kui ka sotsiaalne keskkond (*Canadian Sport for Life*).

Kasvu tippphetke algus sisaldab väärtuslikku informatsiooni treenivate sportlaste energiasüsteemi ja kesknärvisüsteemi kohta ja seda kõike vaatamata kronoloogilisele vanusele. Erinevad võimed nagu vastupidavus, kiirus, peenmootorika, paindlikus ja jõud on alati treenitavad, eriti hästi arenevad nad siis kui kasvamise n.ö. „kriitilisel perioodil“ on valitud õige treeningmaht, intensiivsus ja sagedus. 1930 a. Koostas Scammon kaardi, kuhu märkis üldise, hormonaalse ja neuraalse arengu kõrgpunktid. Tema kaart toimus kui treenimise atlas, pöörates tähelepanu närvisüsteemi ja skeletisüsteemi üldisele arengule: sidemete, kõõluste, orgnite ja lihasmassi arengule ning hormonaalsele eelsoodumusele treeningute edendamisel. Nendele markeritele vastav kasvukõver, kus noor sportlane on bioloogiliselt küps arendama kiirelt erinevaid võimeid nimetataksegi „kriitiliseks perioodiks“. Lihtsam viis kirjeldada seda „akent“ on 5S-i süsteem: 1) *stamina* – vastupidavus, 2) *strenght* – jõud, 3) *speed* – kiirus, 4) *skill* – oskused, mootorika, 5) *suppleness* – paindumus. (Balyi, I., Hamilton, A., 2004; Balyi, I., jt, 2013). Sooritades õigeid treeninguid õigel ajal, võib laps suurendada oma potentsiaali spordis täiskasvanuna (Domingues, M., 2013).

On oluline teada, et energiasüsteemid on alati treenitavad, kuid nii öelda „kriitilisel perioodil“ on vajalik, et kiirendatud protsessid leiaksid aset õigel sagedusel, intensiivsusel, kõõluste valmisolekus. Sidemete üldine ja sportlik paindumus peavad olema saavutatud enne kui algab struktueeritud jõutreening ( Balyi, I., jt, 2013).

## 6.1. Vastupidavus.

Laste aeroobse treeningprogrammi koostamisel pööratakse tähelepanu järgmistele näitajatele:

- 1)treening peab olema piisavalt emotsionaalne;
- 2)oluline on suurendada treeningute sagedust, mitte nende kestust, kuna lapsed ei suuda soorita kauakestvaid harjutusi korralikult;
- 3)vältida treeningute muutumist monotoonseks, kaasates treeningutesse erinevaid mängulisi tegevusi ( Kemp ja Pienaar, 2009).

Vastupidavuse treenimiseks kasvuspurdi alguses sobivad hästi erinevad jooksumängud, ka aeroobne intervalltreening on heaks vahendiks aeroobsete protsesside arendamisel. Vanuses 11-16 tuleks noored aeroobse treeningu tarbeks jagada gruppidesse bioloogilise küpsemise järgi ( Balyi, I., jt, 2013). Laste treenimisel võiks kasutada koos nii vahelduva iseloomuga aeroobset intensiivsust kui ka kestva tegevusega tööd. Lisaks intensiivsetele spordialadele, võiksid lapsed oma võimete parandamiseks tegeleda vastupidavuse arendamiseks ujumise, suusatamise ja jalgrattaspordiga. Lapse aeroobne võimekus paraneb kõige märgatavamalt mitmekülgse treenimisega, kasutades vahelduvaid treeningintensiivsusi(Williams jt., 2000).

## 6.2. Kiirus

Kiiruse areng, kiiruslike võimete arenemise esimesel perioodil, hõlmab endas lineaarset, lateraalset ja suunamuutuslikku kiiruse arengut. Kiiruse treenimine on ennekõike seotud kesknärvisüsteemi kohandumisega, kuna kiirendus, osavus ja suunamuutuslik kiirus on kontrollitud kesknärvisüsteemi poolt.

Viies läbi kiirustreeninguid on oluline teada et treeningu maht peaks olema madal, intensiivsus aga kõrge. Anaeroobseid alaktaatseid võimed hakkavad kiirelt arenema kiiruslike võimete arenemise teisel perioodil. Kiirustreeninguid tuleb läbi viia järjepidevalt ja sageli. Parim aeg treeningtunnis kiirustreeninguteks on vahetult peale soojenduse lõppu, kuna närvisüsteem on siis veel värske. Harjutuste vahel peab toimuma täielik taastumine. Kiirendusi ja paigaltspurte tuleb harjutada regulaarselt ka väljaspool kiiruse arenemise „akent“ (Balyi, I., jt, 2013).

## 6.3. Painduvus.

Optimaalset individuaalset ja spordialaspetsiifilist painduvust tuleb arendada treeningutel juba varases eas. Painduvusel ja lihaselastsusel on oluline roll vigastuste ennetamisel laste- ja noortespordis. Kiire kasvuspurdi tulemusena jäävad liigesed ja liigessidemed arengus maha,

on suhteliselt nõrgad ja kergesti kahjustatavad. Seepärast on oluline alustada painduvustreeninguga juba enne kasvuspurdi algust. Vanuses 9-12 aastat on painduvuse arengus intensiivne periood, sel ajavahemikul on võimalik arendada painduvust tema optimaalsele tasemele. Hea painduvuse puudumisel kuni tulemuste ilmnemiseni tuleb painduvust treenida 5-6 korda nädalas. Et hiljem säilitada painduvuse taset tuleb teha nädalas 2-3 painduvuse treeningut(Balyi, I., jt, 2013).

#### **6.4. Liigutusvilumus.**

Põhiliigutusvilumus on kõige enam treenitav 5-12 aasta vanuses. Põhiliigutusvilumused on: kõndimine, jooks, hüppamine, tasakaalu hoidmine, viskamine ja püüdmine. Kuigi kõigis neis oskustes säilib treenitavus teatud määral alatiseks, tuleks neid ennekõike treenida ja arendada enne kasvuspurdi algust, sest hiljem on valesti väljakujunenud liigutust õigeks treenida väga raske. Põhiliigutusvilumust tuleks lastele õpetada spordi ABC vormis ja läbi lõbusate ja hoogsate mängude, alustada tuleks umbes 6. eluaastal kui „treeningaken“ avaldub ( Balyi, I., jt, 2013).

#### **6.5. Jõud.**

33 eelpuberteedialist, 33 puberteedialist ja 33 hilispuberteedialist noormeest osalesid 9 nädalases treeningprogrammis. Kõigil kolmel grupil suurenes jõud oluliselt. Uurijate väitel suurenes jõud oluliselt, sest antud perioodil suurenes ka oluliselt testosterooni tase. Testid näitasid, et eelpuberteedialistel poistel suurenesid jõunäitajad enam kui puberteedialistel(Wilmore, J.H, Costill, D. L, 1999).

Laste jõunäitajad suurenevad sarnaselt täiskasvanutega, kuid neil ei teki olulist lihashüpertroofiat. Lihaskõuet näitajad suurenevad kuna paraneb mootorsete oskuste koordineerimine, suureneb mootorsete ühikute aktiveerimine ja toimuvad muud neuroloogilised adaptatsioonid. Eelpuberteedialised lapsed saavad oma jõudu suurendada läbi vatupidavustreeningu. Taoline jõu suurenemine on peamiselt tingitud neuroloogilistest faktoritest. Muutus lihase suuruses on väike või puudub üldse (Wilmore J.H., Costill D.L.,1999).

## 7. Sportliku ettevalmistuse etapid.

Spordialad võib jagada kahte gruppi, varast spetsialiseerumist nõudvad spordialad: sukeldumine, lauatennis, tennis, ujumine, võimlemine, iluuisutamine või siis hilisemat spetsialiseerumist nõudvad spordialad: pallimängud, kahevõitlusad, jalgrattasport, kergejõustik ja sõudmine. Hilise spetsialiseerumisega spordialad nõuavad üldiselt lähenemist läbi varakult alustatavate treeningute ja nad on üles ehitatud kuuele erinevale faasile, võimaldades neid faase kohaldada vastavalt iga spordiala spetsiifikale (Balyi, I., Hamilton, A., 2004).

**I etapp** on üldettevalmistav etapp, inglise k. *fundamental stage*. Poisid vanuses 6-9 aastat, tüdrukud vanuses 6-8 aastat.

Etapi peamiseks ülesandeks on baasi loomine liigutusvõimete kompleksseks arendamiseks, enne spordiala spetsiifiliste liigutuste õppimist. Sel etapil omandatud oskused, vilumused ja liigutusvõimed on aluseks edasisele tööalasele ja sportlikule tegevusele. Sportlike vilumuste nagu tasakaal, osavus, kordinatsioon ja kiirus õpetamisel on suur roll mängul ja lõbul, ingl.k *fun*.

Hüppamise, viskamise ja jooksmise õpiprotsess käib läbi sportliku ABC. Läbi mängu arendatakse ka vastupidavust, kiirust ja jõudu. Sel etapil toimub nii poistel kui tüdrukutel üheaegselt kiiruse (*agility*) areng, treenimisel kasutada erinevaid mängu ja osavusharjutusi, mis sisaldavad kiireid suunamuutusi, kiirendusi ja osavusharjutusi. Treeningute mahtu tuleks hoida madalal. Jõu arendamisel kasutada laste enda keharaskust ja topispalle. Oluline on sel etapil tutvustada lastele valitud spordiala lihtsamaid reegleid ja ja spordieetikat. sel etapil ei toimu treeningute periodiseerimist, treeningud kestavad läbi kooliaasta. Lähtuvalt sportlikust võimekuselt võib treeningutest osavõtt toimuda 2-4 h nädalas, korraga mitte kauem kui üks tund, suurendada treeningute sagedust, aga mitte kestust, kuna lapsed ei suuda sooritada kauakestvaid harjutusi (Balyi, I., Hamilton, A., 2004; Anderson ja Twist, 2005).

Soovitavalt võiksid nooremas koolieas lapsed tegeleda iga päev 60 minutit või tegeleda rohkem mõõduka ja tugeva füüsilise liikumisega (Strong, 2005).

**II etapp** on treenima õppimise etapp, poisid vanuses 9-12a tüdrukud vanuses 8-11 aastat.

Spetsialiseerunud liigutusvilumus areneb kõige enam 7-11 eluaasta vahel. Selles etapis omandab laps põhilised sportlikud liigutusvilumused, mis panevad aluse sportlikule arengule. See on kiirenenud motoorse koordineerimise arengu etapp. Omandades sellel ajajärgul õiged tehnilised oskused saab lapsest füüsiliselt andekas nooruk/täiskasvanu. Olles aga õpetatud valesti, ei ole lapsel võimalik omandada head sooritust (Balyi, I., Hamilton, A., 2004; Domingues, M., 2013). Jätkuvalt tuleb arendada kõiki põhilisi liigutusoskusi ja ka ülejäänud spordialale omased tehnilised oskused tuleks omandada selles faasis. Ka siin faasis

toimub jõu arendamine veel oma keharaskuse või topispallidega. Alustada tuleks ka painduvuse arendamisega. Võistlustegevuse ja treeningute vahekord on 70/30.

Endiselt ei toimu periodiseerimist, vaid üksikute spordialade puhul võib esineda kahetsüklilisi perioode (Balyi, I. ja Hamilton, A., 2004).

**III etapp** on treenimine kehaliste võimete arendamiseks kindlal alal, poisid 12-16 aastased/tüdrukud 11-15 aastased.

Selles faasis ühendatakse treenimise käigus spordiala tehnika ja taktika. Selles faasis toimub kiire aeroobse võimekuse ja jõu näitajate areng. Optimaalne aeroobne treenitavus saab alguse kasvuspurdi algusega, muutudes eriti oluliseks peale kasvu tipphetke algust, samas kui kiirus, jõud ja tehnilised oskused peavad jääma samaks või arenema veelgi. Rõhku tuleb panna ka painduvuse arendamisele, kuna kiire kasv mõjutab ka liigeseid, sidemeid ja lihaseid. Kuna aeroobsete protsesside ja jõu treenitavus sõltub küpsuse astmest, tuleb rõhku panna treeningute erinevale ajastamisele varem, õigel ajal ja hiljem küpsejate tarbeks. Olenevalt spordiala spetsiifikast võib kasutada ühe, kahe või kolme tsüklilist periodiseerimist, selleks et tagada optimaalne ettevalmistuse tase. Aastane treeningmaht noorsportlastel umbes 300-500 h aastas. Oluline on optimeerida ka treeningute ja võistluste omavaheline suhe, kuna liiga palju võistlusi raiskab liiga palju väärtuslikku treeningaega, samuti pärsib see tehnilis-taktikaliste oskuste õppimise aega. Sportlased, kes ei läbi antud faasi, ei saavuta oma hilisemas karjääris täit potentsiaali ja püsivad arengus paigal, kuna eelistasid võistlustegevust treenimise asemel (Balyi, I. ja Hamilton, A., 2004; Balyi, I., jt., 2013).

„Treenima õppimise“ ja „Treenimise treenimise“ protsessid on noore sportlase ettevalmistamisel kõige olulisemad etapid (Balyi, I. ja Hamilton, A., 2004; Balyi, I., jt., 2013).

**IV etapp** on treenimine võistlemiseks, 16-18 aastased noormehed/15-17 aastased neiu.

Selles faasis muutuvad veel olulisemaks tehnilis-taktikaliste oskuste ja füüsilise vormi parandamine. Läbi aasta harrastatakse selles faasis kõrge intensiivsusega treeninguid, positsioonilisi treeninguid ja individuaalseid treeninguid. Toimub periodiseerimine kolme tsüklisse, treeningmaht 450-600 h aastas (Balyi, I. ja Hamilton, A., 2004; Balyi, I., jt., 2013).

**V etapp** on treenimine võitmiseks, noormehed 18 ja vanemad/neiu 17 ja vanemad.

Sportliku ettevalmistuse viimane etapp, sportlane on saavutanud kõik füüsilised, tehnilised, taktikalised, mentaalsed ja elustiililised muutused ja fokuseeritus treenitusele on maksimumi lähedane. Treeninguid iseloomustab suur maht ja kõrge intensiivsus. Läbipõlemist aitavad vältida ennetatavad vaheajad. Toimub spordiala spetsiifikale vastav periodiseerimine. Aastane treeningmaht 20. aastastel 720 h aastas, kasvutempo umbes 5% aastas (Balyi, I. ja Hamilton, A., 2004; Balyi, I., jt., 2013).

**VI etapp** on taandumine. Antud faas moodustub peale sportlase täielikku loobumist võistlustegevusest. Püüd jätta endisi sportlasi võimalikult lähedale spordile, leides neile

rakendust treeneritena ja spordispetsialistidena ja spordiklubide administratiivtöötajatena (Balyi, I. ja Hamilton, A., 2004; Balyi, I., jt., 2013).

## 8. Kuidas toetada sportliku talendi arengut?

Selleks et osata hinnata noorukite sportlikku sooritust ükskõik millisel tasemel on oluline mõista individuaalset bioloogilist küpsemist, sest kronoloogilises vanuses võib olla kuni 5 aastane variatiivsus. Bioloogilise küpsuse hindamise tähtsus seisneb paljuski sportlike talentide identifitseerimises ja valimises. Teadmised bioloogilisest küpsemisest ja kasvamisest aitavad kaasaja treenereid hindamaks laste ja noorte seisundit ning jagamaks neile individuaalselt sobivaid koormusi, et vältida vigastusi olukordades, kus hiljem küpsevad noorukid püüavad „sammu pidada“ oma varem küpsenud kaaslastega. Bioloogilise küpsuse hindamise tähtsus seisneb ka sportlike talentide identifitseerimises ja valimises (Fuchslocher, J., 2013).

Varem küpsenud noorukitel, kelle keha pikkus on suurem kui neil noortel, kes küpsevad hiljem, on eelis sooritades ülesandeid, mis sõltuvad keha pikkusest. Keha proportsioonid, näiteks pikad jalad võivad olla olulise tähtsusega mootorsete oskuste arengul. Võrreldes hiljem ja normaalselt küpsevate kaaslastega saavutavad varem küpsenud noorukid paremaid tulemusi mootorsetes testides, mis nõuavad jõu, võimsuse ja kiiruse kasutamist. Kuigi küpsuse aste ja somaatilised näitajad kasvamisel on tähtsad faktorid, ei pea mõned teadlased neid määravateks faktoriteks sportliku esituse juures (Chibane, S. jt. s.a.; Malina, R. jt., 2005; Sokolowski, B. ja Chrzanowska, M., 2013).

Kasutades andmeid seksuaalse küpsemise kohta ning jagades noorukid gruppidesse nende küpsusastme järgi võib muutuda oluliselt kergemaks talentide äratundmine, sest kui varem küpsenud noorukid saavad mootorsetes testides oma kaaslastest paremaid tulemusi, võib see viidata pigem ajutisele füüsilise vormi ja mootorsete oskuste paranemisele (Domingues, M., 2013; Sokolowski, B. ja Chrzanowska, M., 2013).

Mitteinvasiivsed meetodid hindamaks noorte küpsusastet annavad noortevõistkondadele võimaluse valida mängijaid või sportlasi nende küpsusastme, mitte aga kronoloogilise vanuse järgi, tasakaalustades mõnevõrra võitlust konkurentsi üle. Taoline strateegia võimaldab võrdseid võimalusi mängijatele/sportlastele kelle küpsemise aste on madalam ning suurendab tõenäosust, et nad jäävad sporti siiski pidama. Lähtudes noortesporti arendusprogrammidest, tuleks heade tehniliste oskustega, kuid vähem küpseid mängijaid valikuprotsessides korduvalt üle vaadata, arvestades nende küpsemisega seotud piirangutega (väiksem kasv, jõud, võimsus, kiirus) (Domingues, M., 2013; Malina, R., jt., 2004). Kasutades olemasolevaid hinnanguid mängijate või sportlaste võimekuse kohta, võib treener vastasel juhul eelistada mängijaid või sportlasi, kelle küpsusaste on arenenum (suuremad, tugevamad, kiiremad, võimsamad). Kuigi konkreetsel juhul on võimalik treeneril välja panna parim võistkond antud hetkel, ei tähenda

see veel, et need suure potentsiaaliga noored jäävad sporti pidama. Mängijate/sportlaste grupeerimise strateegiad, mis baseeruvad mängijate kasvul või bioloogilisel küpsemisel, võivad aidata tehniliselt osavaid, kuid väiksemaid ja hiljem küpsemaid noorukeid läbi puberteedia. Siinjuures on oluline ära tunda ja silmas pidada psühholoogilisi ja sotsiaalseid faktoreid, suunates mängijaid/sportlasi treenima ja võistlema mängijatega, kes on neist vanemad või nooremad. Arenenumatele mängijatele võib olla raskem kohaneda emotsionaalsete ja kognitiivsete nõudmistega võisteldes endast vanemate hulgas, samamoodi kui hiljem küpsejatele võib tunduda mängimine nooremate hulgas negatiivse hinnanguna nende sooritusele (Malina, R. M., 2005).

Sportlikul treeningul lapse-ja noorukieas on suur mõju füüsilisele kasvamisele. Süsteemne treening võib stimuleerida ja kiirendada küpsemise protsessi (Domingues, M., 2013; Georgopoulos, N. A., 2010; Malina, R. M., 2005). On tõendeid, mille kohaselt füüsiline aktiivsus puberteediaes on oluline keha heaks funktsioneerimiseks ja arenguks, andes eelise kaaslaste ees kuna lisanduvad jõud ja võimsus kiirendavad või säilitavad küpsemise kõverat (Bertelloni. S., jt., 2006).

**Joonis 8 Hiina lapsed treeningul (foto illustratiivne)**



Samal ajal on üha enam päevakorral küsimus, kas varases nooruses alustatud intensiivsed treeningud ja võistlemine mõjutavad laste ja noorte üldist tervist, somaatilist kasvamist ja skeetilist küpsemist. Stressi ja intensiivse füüsilise treeningu mõju kasvule seisneb kombineeritud efektides: intensiivsus, sagedus ja treeningu kestvus. Eelpuberteediaalsete ja puberteediaalsete soovitatav treeningmaht nädalas on kuni 15 tundi, viies sealjuures läbi ka pidevat jälgimist mille käigus hinnatakse: puberteedi tunnuseid, antropomeetrilisi näitajaid, vigastusi, toitumisharjumusi ja andmeid vanemate kohta (Baxter.- Jones, A., D., G., Maffulli, N., 2002; Damsgaard, R., 2001; Erlandson, M. C., jt., 2008 ).

Spordialad mis juba varasest lapsepõlvest vajavad intensiivset füüsilist treeningut on ujumine,

võimlemine, sõudmine, maadlus, tennis ja kergejõustik (Erlandson, M. C., jt., 2008)

Pikaajalisel intensiivne treening mõjub skeletilihase küpsemisele, põhjustades viivituse skeleti vanuses võrreldes kronoloogilises vanusega. Näiteks on enamus võimlejaid hilise küpsemisega, menarhe toimub neil hiljem kui enamusel tüdrukutel teistelt spordialadelt. Samas on võimlejate hulgas harva näha vara küpsenud ja tavalise küpsemisega tüdrukuid võrreldes hiliste küpsejatega, ilmselt peegeldab see spordialale vastavaid kriteeriume ja võimalust olla antud spordialal edukam, kuna kergem kaal võimaldab kergemini sooritada erinevaid hüppeid ja akrobaatilisi võtteid (Baxter - Jones, A., D., G., Maffulli, N., 2002; Bertelloni, S. jt. 2006; Damsgaard, R., 2001). Võimlejate ja balletitantsijate puhul on viidatud ka võimalusele, et nad pööravad liialdatud tähelepanu toitumisele, tekitades negatiivset energiabalanssi sooviga reguleerida oma keha koostist (Damsgaard, R., 2001). Noortel balletitantsijatel ja pikamaajooksjatel on sarnane küpsuse aste, samas kui noored naisujjad on lapse- ja puberteedieas arenenumad kui tavalised noorukid. Noorte naissportlaste erinevused küpsemisel on kõige ilmsemad üleminekul lapseeest puberteediikka ja eriti ilmsed puberteediea kasvuspurdi ajal. Seetõttu võib väita, et treening ei saa alati mõjutada kasvamist ja küpsemist (Baxter - Jones, A., D., G. ja Maffulli, N., 2002; Bertelloni, S., 2006). Ette nähtud kasvu saavutamisel ei saa rääkida et võimlejate treeningud kahjustavad või mõjutavad nende saavutatavat kasvu. Pigem seletab hilist küpsemist asjaolu, et võimlejate puhul saab rääkida geneetilisest lühikesest kasvust (isad(emad), hilinenud suguküpsusest ja menarhest(emad). Vastukaaluks näiteks tennisemängijatele ja ujujatele, kelle puhul tavaline või veidi varasem küpsemine ja varasem menarhe samuti geneetilisi märke näitavad (Erlandson, M. C., jt., 2008). Erlandsoni longitudinaalses uuringus saavutasid nii ujujad, tennisistid kui ka võimlejad oma eeldatava kasvu, mille arvutamiseks kasutati uuringus osalejate vanemate pikkuseid. Arvutamaks osalejate eeldatavat kasvu kasutati Tanneri hindamissüsteemi (isa pikkus-12,7cm) + (ema pikkus):2 (Tanner, 1978).

Fakt, et noorte sportlaste somatotüübid on sarnased nende spordialade täiskasvanud esindajatele viitab siiski asjaolule, et tõenäolisemalt noored sportlased kas valivad ise endale vastava spordiala või on valitud spordialale treenerite poolt. Küll on vajalik murdeeas ja kasvuraskuste korral, eriti just esteetiliste spordialade puhul, kus intensiivsete treeningutega alustatakse juba enne puberteeti, murdeeas treeningute suunamine ja korrigeerimine. (Baxter-Jones, A., D., G. ja Maffulli, N., 2002).

Joonis 9, Küpsuse saavutamine, õpetajate leht



## Kokkuvõte

Sportlased, astunud vaevalt üle hilispuberteedi ukسلäve, avavad tänapäeva spordimaailmas enestele üha enam uksi. Spordiklubid ja treenerid näevad üha rohkem vaeva et meelitada treeningutele juba lasteaiaealisi lapsi. Reaalne aktiivne võistlustegevus saab alguse juba varases nooruses, mis omakorda tingib intensiivse treeningu juba noores eas. Kas intensiivsed treeningud noores eas mõjutavad kasvu ja küpsemist täiskasvanu ikka kulgedes?

Käesolev töö on kirjutatud eesmärgiga, vaadelda lähemalt protsesse, mis aitaksid edaspidi paremini mõista laste ja noorte füsioloogiat, kasvamist, küpsemist ja arengut treeningtegevuse käigus ja sellele eelnevalt. Areng ja somaatiline kasvamine sünnimomendist kuni puberteedini on kiire ja variatiivne, haarates endas mõõdetavaid muutusi keha proportsioonides, rasvkoos ja massis, muutuste aluseks on rakulised protsessid. Juba paari aastaga saavutavad lapsed poole oma eeldatavast kasvust, samaaegselt toimuvad ka tema organismis ja organsüsteemides rida muutusi-eesmärki saavutada küpsuse seisund ja täiskasvanu staatus, mis on geneetiliselt neile ette määratud. Lapseeas puberteedini läbime me erinevaid küpsuse astmeid- suguline küpsemine, skeetiline küpsemine, mis ei pruugi alati olla otseses seoses kronoloogilise vanusega. Samas on puberteediea raske määrata, sest selles vanuses toimub palju komplekseid muutusi, mis laias tähenduses kujutavad endast üleminekut lapsepõlvest täiskasvanuella. Lapse eeldatav kasv, somatotüüp ja antropomeetriselised karakteristikud, küpsuse aste kõik nad on mõjutatud geenidest, keskkonnast, sotsiaalsetest tingimustest ja füüsilisest aktiivsusest. Pannes tähele nende muutujate vahelisi seoseid on võimalik tunda ära sportlikke talente. Autori arvates on spordi kontekstis selle mõistmine ja treening-ning õppeprotsessi ülesehitusega õigesti sidumine väga oluline. Puberteediealiste noorte ja laste treeningplaanid peavad olema hästi struktureeritud, eakohased ja arendama erinevaid kehalisi võimeid ajahetkedel, mil nad on kõige paremini arendatavad. Lapsed ja puberteediealised noorukid ei ole miniatuursed täiskasvanud. Seetõttu on õigustatud, et laste ja noorte treenerid ja õpetajad teaksid ja tunneksid kasvava organismi anatoomilisi ja füsioloogilisi iseärasusi. Laste arengus eettulevate „kriitiliste perioodide“ äratudmine annab treeneritele ja õpetajatele võimaluse oma tööd paremini planeerida, tagades noorele sportlasele eduka sportlaskarjääri või füüsiliselt aktiivse eluviisi. Kasvuspurti perioodil aitab noorte harmooniline areng vältida liigseid riske vigastustele, sest kasvuspurt mõjutab liigseid, kõõluseid ja sidemeid, samuti südant ja hingamissüsteemi. Eriti keerukad muutused toimuvad just sugulise küpsemise perioodil, misjärel kulub veel mõned aastad, enne kui paljud funktsioonid saavutavad oma täieliku küpsuse. Eelpuberteediealiste treeningutesse ei maksa suhtuda kui monotoonsesse töö tegemisse, esikohal rõõm liikumisest ja füüsilisest

aktiivsusest, mis omakorda toetab positiivselt kehalist arengut.

## Summary

### Children's Physical Performance and Biological Maturation

Athletes barely reached puberty, opening up more and more doors in today's sports world for themselves. Sports clubs and coaches have to put more effort in order to attract preschool children to the trainings. Real active racing action begins at an early age, which in turn leads to an intense workout at an early age. Have intense workouts at early age affects the growth and maturation in adult age progresses?

This paper was written in order to have a closer look at the processes, which would help to better understand the physiology, growth, maturation and development of children and young people during and before the trainings begin. Children and adolescents are not miniature adults. Development and somatic growth from the moment of birth until puberty is quite fast. Body growth itself includes changes in body proportions, in adipose tissue and mass, change is based on cellular processes.

During the few first years children already achieve half of their expected growth, at the same time series of changes in the body and organ systems is about to take place, the aim is to achieve the state of maturity and adult status, what the body has to genetically predetermine. From early age to puberty we are in different degree of maturity, sexual maturity, skeletal maturation, which may not always be a direct relation to chronological age.

However, it is difficult to determine puberty period, during that age many complex changes are taking place, which represent a broad sense the transition from childhood to adulthood. The expected growth of the child, somatotype and anthropometric characteristics, degree of maturity, they are all influenced by genes; environment, social conditions, and physical activity are also part of the process. Noting the relationship between these variables, it is possible to recognize the athletic talent. In sports and fitness context this understanding and links to the learning process is essential. Training plans for teens and for young children people must be well-structured and age-appropriate. Physical abilities are meant to be developed at times when they are in their best active period. The attitude to the prepuberty trainings shouldn't be monotonous. Joy of movement and physical activity are first encountered, which contributes positively to physical development.

Proper planning of young athlete's training process and choosing the right methods, proper use is justified when a coach and a teacher are familiar with the growing organism anatomical and physiological features. If the trainers recognise various "critical periods" it gives them opportunity to do the right exercises at the right time, ensuring the harmonious development and avoiding unnecessary risk of injuries, because of a growth spurt, which affects the joints,

ligaments and tendons, as well as heart and respiratory system. Most changes in human body take place in the sexual maturation period, after which it takes some more years before many of the functions reach their full maturity.

## Kasutatud kirjandus

1. Anderson, G.S., PhD, Twist, P., MSC, Trainability of children, March 2005, IDEA Fitness Journal
2. Acikada, C., Training in children, Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica [Acta Orthop Traumatol Turc] 2004, Vol. 38 Suppl 1, pp. 16-26,.
3. Balyi, I., Hamilton, A., Long -Term Athlete Development,: Trainability in Childhood and Adolescents, Windows of Opportunity, Optimal Trainability, 2004, National Coaching Institute British Columbia & Advanced Training and Performance Ltd.
4. Balyi, I., Way, R., Higgs, C., Long -Term Athlete Development, 2013, Human Kinetics
5. Balyi, I., Way, R., The Role of Monitoring Growth in Long -Term Athlete Development, s.a., Canadian Sport for Life, Published by the Canadian Sport Centres
6. Baquet, G., Gamelin, F.X., Mucci, P., Thevenet, D., Van Praagh, E., Berthoin, S., Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11-year-old children. Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association [J Strength Cond Res] 2010 May; Vol. 24 (5), pp. 1381-8.
7. Baxter- Jones, A.D.G., Maffulli, N., Intensive training in elite young female athletes, 2002, Br J Sports Med, 36/13-15 doi, (ref 16,1)
8. Bertelloni, S., Ruggeri, S. & Baroncelli, G.I., Effects of sports training in adolescence on growth, puberty and bone health, Gynecological Endocrinology, 22(11): 605–612,
9. Boisseau, N., Delamarche, P., Metabolic and Hormonal Responses to Exercise in Children and Adolescents, November 2006, vol 30 (6). Dec 2000
10. Chibane, S., Hautier, C., Gaudino, C., Massarelli, R., Mimouni, N., Influence of Age, Maturity and Body Dimensions on Selection of Under-17 Algerian Soccer Players, s.a., Centre of Research and Innovation on Sport (CRIS), University Claude Bernard – Lyon I, 27-29 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne cedex, France.
11. Damsgaard, R. MD., Children in competitive sports, 2001, Clinical implications, FIS Medical Committee Educational Series (ref 17)
12. Domingues, M., Growth and Functional Development in 6-10 years old soccer players: constraints and possibilities, 2013, Ann Appl Sport Sci, 1(4): 5-16,
13. Erlandson, M. C., Sherar, L. B., Mirwald, L. R., N. Maffulli, N., and Baxter-Jones, A.D.G., Growth and Maturation of Adolescent Female Gymnasts, Swimmers, and Tennis Players, 2008, Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 40, No. 1, pp. 34–42,
14. Fuchslocher, J., Romann, M., Gulbin, J., Strategies to Support Developing Talent, 2013, Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie 61 (4), 10–14,

15. Georgopoulos, N.A., Roupas, N.D., Theodoropoulou, A., Tsekouras, A., Apostolos G. Vagenakis, A.G., and Kostas B. Markou, K.B., The Influence of Intensive Physical Training on Growth and Pubertal Development in Athletes, 2010, Ann. N.Y. Acad. Sci. 1205, 39–44, New York Academy of Sciences
16. Jürimäe, J., Jürimäe, T., Growth, Physical activity and Motor Development in Prepubertal Children, 2000 CRC, Press, Boca Raton
17. Katic, R., Pejccic, A., Viskic- Stalec, N., The mechanisms of morphological-motor functioning in elementary school female first- to fourth-graders, Jun 2004, Coll Antropol., 28 (1): 261-9,
18. Kemp, C., Pienaar, A.E., Effect of an aerobic-based physical activity programme on physical fitness of 10 – 15 year-old girls, December 2009, African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance (AJPHERD), Vol. 15, No. 4 , pp. 527-542,
19. Leppik, A., Changes in Anthropometry, Somatotype and Body Composition During Puberty: Longitudinal Study, 2005 Faculty of Exercise and Sport Sciences, University of Tartu, Tartu, Estonia
20. McArthur R., MD, Fagan, J.E. MD, An approach to solving problems of growth retardation in the child and teenager, 1977, CMA JOURNAL/MAY 7, VOL. 116
21. Maffulli, N., MD1, Pintore, E., Review Intensive training in young athletes, 1990 Br. J. Sports Med., Vol 24, No. 4 237
22. Malina, R.M., Bouchard C., Oded Bar-Or, Growth, Maturation and Physical Activity, 2<sup>nd</sup> ed., 2004, Human Kinetics, Champaign
23. Malina, R.M., Cumming, S.P., Morano, P.J., Barron, M, Miller, S.J. Maturity Status of Youth Football Players: a Noninvasive Estimate, 2005, MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE
24. Mandigout, S., Lecoq, A M., Courteix, D., Guenon, P., Obert, P., Effect of gender in response to an aerobic training programme in prepubertal children. Acta paediatrica (2001) Volume: 90, Issue: 1, Pages: 9-15
25. Riddell, M.C., The endocrine response and substrate utilization during exercise in children and adolescents. School of Kinesiology and Health Science, Faculty of Health, York University, Toronto, Ontario, Canada J Appl Physiol 105:725-733, 2008. First published 17 April 2008.
26. Rogol, A.D, Clark, P.A., Roemmich, J.A., Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity, August 2000, Am J Clin Nutr, vol 72, no 2
27. Rogol, A.D, Clark, P.A., Roemmich, J.A., Growth at Puberty, December 2002, Journal of Adolescent health vol. 31, Issue 6, Supplement, pages 192-200,

28. Rusko, H., Cross Country Skiing: Olympi Handbook of Sports Medicine, 2008 Publisher: Wiley, Original Publication Date: .
29. Sokolowski, B., Chrzanowska, M., Development of Selected Skills in Boys and Girls in Relation to Their Rate of Maturation, 2013, Human Movement vol.13(2), 132-138, (ref 13.1)
30. Strong, W.B., Malina, R.M., Blimke, C.J., Daniels, S.R., Dishman, R.K., Gutin, B., Hergenroeder, A.C., Nixon, P.A., Pivarnik, J.M., Rowland, T., Trost, S., Trudeau, F, Evidence Based Physical Activity for School-age Youth, 2005, The Journal Pediatrics, Pages 732-737,
31. Tanner, J.M., Growth of Adolescence, 2<sup>nd</sup> ed., 1962, Blackwell Scientific Publications, Oxford,
32. Tanner JM. Fetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity. Cambridge (MA): Harvard University Press; 1978. p.167–205.2
33. Thompson, A.M., Ph.D, Baxter-Jones, A.D.G., Ph.D. Endurance Training in Young Female Athletes, 2002, Sports Medicine and Arthroscopy Review 10:33–41, Lippincott Williams & Wilkins, Inc., Philadelphia,
34. Thompson, A.M., Ph.D, Baxter-Jones, A.D.G., Ph.D. Endurance Training in Young Female Athletes, Sports Medicine and Arthroscopy Review, 2002, 10:33–41, Lippincott Williams & Wilkins, Inc., Philadelphia,
35. Williams, C.A., Armstrong, N., Powell, J., Aerobic responses of prepubertal boys to two modes of training. Br J Sports Med 2000;34:168-173.
36. Wilmore J.H, Costill D.L, Physiology of Sport and Exercise 3<sup>rd</sup> ed., 2004, Human Kinetics
37. (Virus, A., Loko, J., Volver, A., Laaneots, L., Karelson, K., and Virus, M., Age periods of accelerated improvement of muscle strength, power, speed and endurance in the age intervals 6-18 years, Biol.Sport, 15, 211, 1998) viidatud Jürimäe, J., Jürimäe, T., Growth, Physical activity and Motor Development in Prepubertal Children, 2000 CRC, Press, Boca Raton kaudu
38. Lloyd, R., S., ja Oliver, J., L., Strength and Conditioning for Young Athletes, Science and application, 2014 by Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon

### **Interneti allikad.**

1. Grasso, B., Endurance Training for Young Athletes, <http://www.DevelopingAthletics.com> 2004.
2. <http://canadiansportforlife.ca/>
3. [http://www.kliinikum.ee/radioloogia/images/stories/attachments/026\\_laste\\_luustik\\_dysplaas\\_iad.pdf](http://www.kliinikum.ee/radioloogia/images/stories/attachments/026_laste_luustik_dysplaas_iad.pdf)
4. [www.basket.ee](http://www.basket.ee)
5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

6. <http://search.ebscohost.com/>

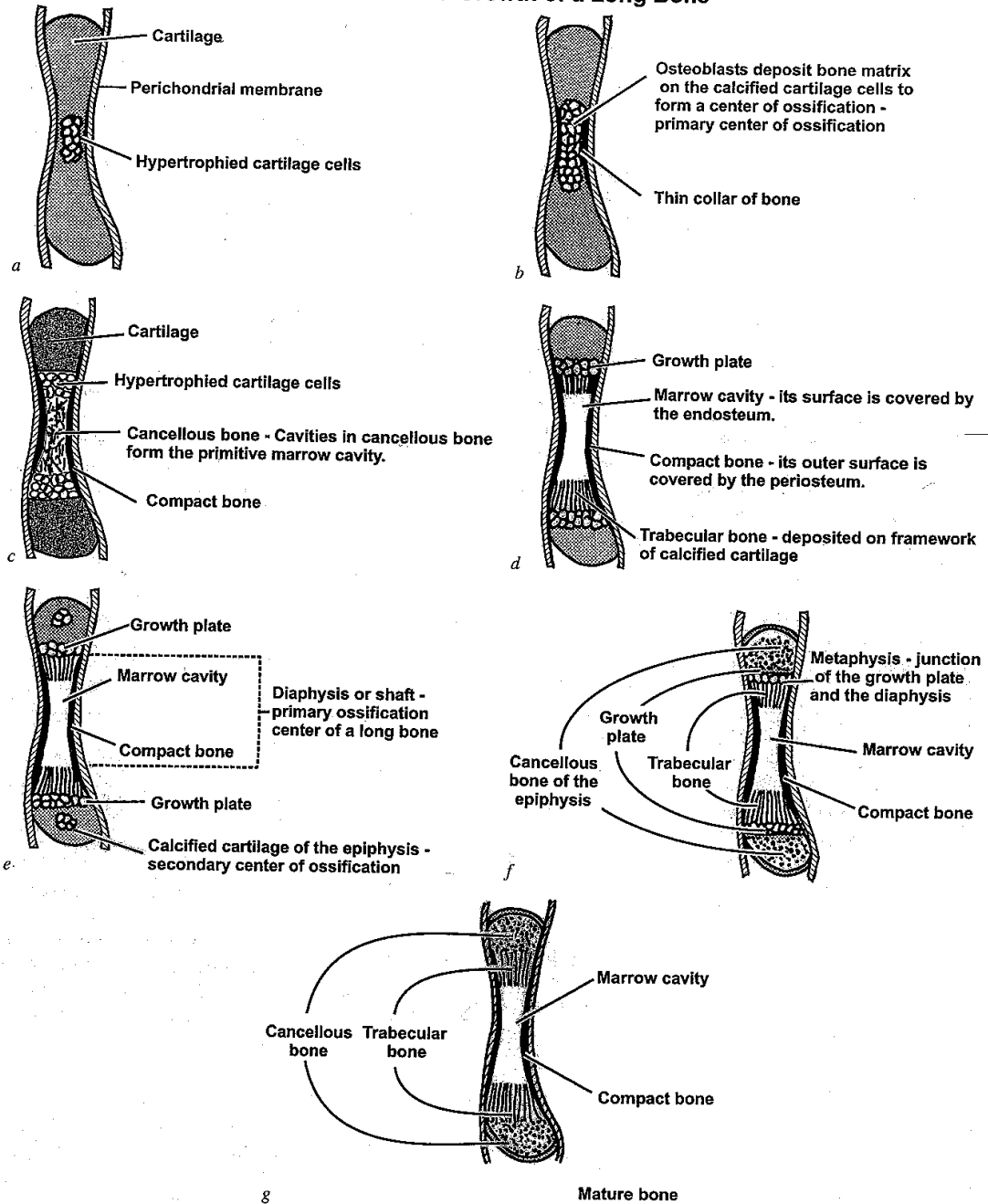
7. <http://books.google.ee/books>

Lisa 1, pika luu kasvamine ja formeerumine

Malina, R.,jt. Growth, *Maturation and physical activity.*



Formation and Growth of a Long Bone



**FIGURE 6.1** Sequence of changes in the formation and growth of a long bone. Details of the figure are indicated in the text.

Adapted, by permission, from A.F. Roche, 1986, Bone growth and maturation. In *Human growth: A comprehensive treatise*, volume 2, edited by F. Falkner and J.M. Tanner (New York: Plenum), 26.

**Lisa 2-osaline nimekiri hormoonidest, mis osalevad küpsemise ja kasvamise regulatsioonis, (Malina, R., jt.) *Growth, Maturation and physical activity.***

Hormone	Tissue of origin	Main growth-related effects
Dehydroepiandrosterone	Adrenal cortex	In females, converted into testosterone in peripheral tissues
Estradiol and progesterone	Primarily ovarian follicles, also adrenal cortex	Acts on the primary and secondary sex characteristics of females; promotes nitrogen retention, tissue buildup, and skeletal maturation; promotes accumulation of fat in females
Follicle-stimulating hormone (FSH)	Anterior pituitary	Stimulation of ovarian follicles and estrogen synthesis in females; growth of seminiferous tubules and production of sperm in males
Glucagon	Pancreas ( $\alpha$ -cells of Islets of Langerhans)	Increases the concentration of blood glucose; promotes hepatic glucose release
Gonadotropin-releasing hormone (GnRH)	Hypothalamus	Stimulates the secretion of follicle-stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH) by the anterior pituitary
Growth hormone (GH, or somatotropin)	Anterior pituitary	Decreases the rate of carbohydrate uptake; enhances the mobilization of lipids from adipose tissue; stimulates the production of insulinlike growth factors by the liver to enhance growth of muscle and bone
Growth hormone-releasing hormone (GHRH)	Hypothalamus	Stimulates the release of growth hormone by anterior pituitary
Insulin	Pancreas ( $\beta$ -cells of Islets of Langerhans)	Enhances the rate of glucose uptake from blood and increases glycogen and lipid stores; stimulates transport of glucose and amino acids through cell membranes; essential for the full expression of effects of growth hormone; promotes protein synthesis
Insulinlike growth factors-I and -II	Liver and many others	Stimulate protein synthesis, cell proliferation, and nitrogen retention; stimulate the proliferation of cartilage cells at the growth plates of long bones resulting in the linear growth of bones
Leptin	Adipose tissue	Reduces appetite and increases satiety; increases energy expenditure; influences glucose and lipid metabolism; essential for puberty to occur
Luteinizing hormone (LH)	Anterior pituitary	Promotes maturation of an ovarian follicle and ovulation; stimulates estrogen and progesterone secretion from ovary; in males, stimulates testosterone production by the Leydig cells
Parathormone (PTH)	Parathyroid glands	Increases circulating calcium by stimulating bone resorption and decreasing calcium excretion in the urine
Somatotropin releasing-inhibiting factor (SRIF) or somatostatin	Hypothalamus	Inhibits the release of growth hormone
Testosterone	Primarily testes, also adrenal cortex	Acts on the primary and secondary sex characteristics of males; promotes adolescent growth spurt in muscle and fat-free mass in males; also promotes bone growth and skeletal maturation
Thyrotropin (TSH, or thyroid-stimulating hormone)	Anterior pituitary	Controls secretions of the thyroid gland
Thyrotropin-releasing hormone (TRH)	Hypothalamus	Stimulates the release of thyrotropin by the anterior pituitary
Thyroxine ( $T_4$ ) and triiodothyronine ( $T_3$ )	Thyroid gland	Thyroxine is essential for growth hormone to produce its full effects; both stimulate metabolic rate and activity in most tissues

Lisa 3 Submaksimaalne a) südame löögisagedus, b) löögimaht, c) südame minutimaht ja d) arteriovenoosne hapniku erinevus 12 aastase poisil ja täiskasvanud mehel samasugusel hapnikutarbimise määral.

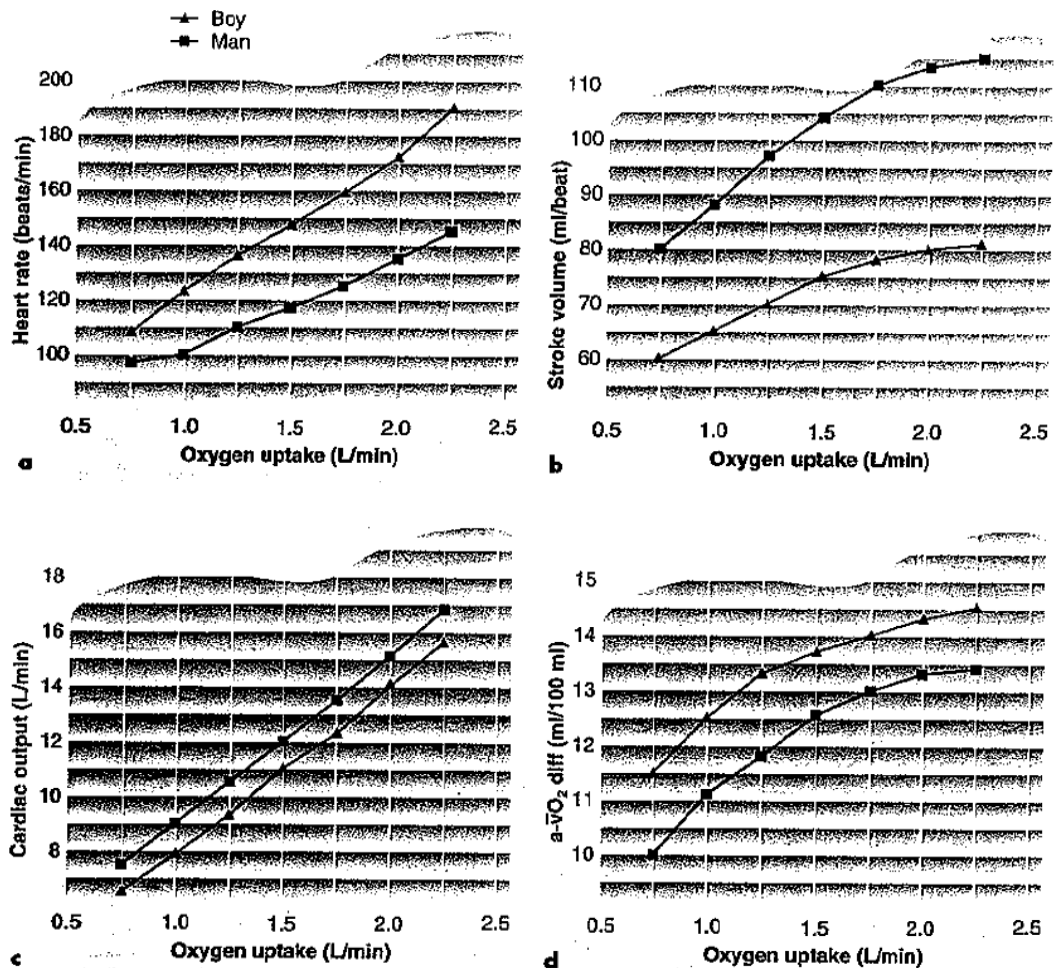


Figure 16.10 Submaximal (a) heart rate, (b) stroke volume, (c) cardiac output, and (d) arterial-venous oxygen difference in a 12-year-old boy and a fully mature man at the same rates of oxygen uptake.

## Lihthtsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina

Mari Koppel  
(*autori nimi*)

(sünnikuupäev: 04.03.1979)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihthtsentsi) enda loodud teose

\_Laste kehaline töövõime ja bioloogiline küpsemine /Childrens Physical Performance and Biological Maturation/

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on

Eva-Maria Riso  
(*juhendaja nimi*)

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihthtsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus/Tallinnas/Narvas/Pärnus/Viljandis, \_\_\_\_\_ 01.05.2014 \_\_\_\_\_ (*kuupäev*).