

TARTU ÜLIKOOL
MATEMAATIKA-INFORMAATIKATEADUSKOND
MATEMAATILISE STATISTIKA INSTITUUT

Erik Salm

Eesti laste kasvukõverad

Bakalaureusetöö

Juhendaja:
Ene Käärik

TARTU

2013

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Metoodika.....	4
1.1. Tsentiil-aegridade visualiseerimine kuupsplainide abil	4
1.2. F-test	5
1.3. T-test.....	6
1.4. Katseviisiline viga	7
2. Andmestiku ülevaade	8
2.1. Andmestiku kirjeldus.....	8
2.2. Kirjeldav analüüs.....	9
2.3. Tsentiilsplainide analüüs	11
3. Võrdlus varasemate tulemustega.....	14
3.1. Eesti laste füüsiline areng 1956-1996.....	14
3.2. Kasvukiiruste võrdlus	14
3.3. Pikkuse võrdlus 1996. aasta näitajatega	16
3.4. Kehakaalu võrdlus 1996. aasta näitajatega.....	19
3.5. Kehamassiindeksi võrdlus 1996. aasta näitajatega.....	24
4. Järeldused	28
Summary	29
Kasutatud kirjandus.....	31
Lisad	32
Lisa 1. Poiste 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele.....	33
Lisa 2. Tüdrukute 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele.....	35
Lisa 3. Poiste ja tüdrukute pikkuse, kaalu ja KMI aritmeetilised keskmised aastatel 1956-1996	37
Lisa 4. Metoodika rakendamine statistikapaketis SAS	39
Lisa 4.1. Tsentiilsplainide graafikute joonistamine	39
Lisa 4.2. T-test keskväärtuse, standardhälbe ja valimimahu põhjal	40

Sissejuhatus

Laste kasvu jälgimiseks on arenenud meditsiiniga maades juba üle 50 aasta kasutatud kasvukõveraid. Kehapikkus ja –kaal on füüsilise arengu ühed olulisemad näitajad ning visuaalsed graafikud võimaldavad efektiivselt jälgida lapse kasvamist ja kõrvalekaldeid normaalsest arengust. Laste korduv mõõtmine regulaarse ajavahemiku järel ning mõõtmistulemuste võrdlemine standardiga võimaldab varakult märgata kasvuhäireid. Kasvuhäire võib olla mitmete haiguste ilminguks ning seetõttu sunnib kõrvalekallete leidmine mõtlema võimalikele põhjustele. Kasvukõverate kasutamine kergendab kasvuhäiretega laste leidmist ja jälgimist perearstidel, pediatritel, geneetikutel ja teistel spetsialistidel.

Eestis koostati ja võeti kasvukõverad kasutusele esimest korda 1993. aastal. Need põhinesid 1970-ndatel aastatel tehtud ristläbilõikelistel ning longitudinaalsetel laste pikkuse ja kehakaalu mõõtmistel. Eestis kasutatavad kasvukõverad on jaotusega 3-protsentiilist kuni 97-protsentiilini. Praegused koolides kasutuselolevad normatiivid on koostatud 1996. aastal kogutud andmete põhjal. (Grünberg jt, 1998, 5)

Nüüdseks on kogutud uuemad andmed ning töö eesmärk on anda ülevaade Eesti koolilaste füüsilisest arengust ja võrrelda tulemusi varasematega. Statistiliste testide abil uuritakse, kas laste füüsiline areng on piisavalt muutunud, et oleks vaja uusi normatiive. Töö tellijaks on Tartu ülikooli füüsilise antropoloogia keskus.

Töös olevad arvutused ja joonised on tehtud statistikapaketi SAS abil. Mittestandardsete lahenduste kohta on esitatud ka vastavad juhendid, kuidas tulemusteni jõuda.

1. Metoodika

Töös kasutatakse laste kasvukõverate analüüsimiseks tsentiil-aegridasid ja nende põhjal koostatud graafikuid. Tulemuste võrdlemiseks eelmise uuringu andmetega teostatakse t-testid ja F-testid iga vanuserühma korral. Alljärgnevalt on toodud ülevaade nimetatud meetoditest.

1.1. Tsentiaal-aegridade visualiseerimine kuupsplainide abil

Meditsiinistatistikas on keha mõõtude hajuvuse hindamiseks kasutatud tunnuse empiirilisi tsentiile. Laste puhul on arvatud eraldi poistele ja tüdrukutele tsentiilid iga vanuserühma jaoks. Kuna praktikas oleks mugav sellist infot lugeda joonistelt, esitas M. Thetloff meetodi ealise arengu graafiliseks kujutamiseks, mida järgnevalt kirjeldatakse. (Thetloff, 1994, 20-22)

Olgu uuritavaks tunnuseks X aegrida ehk arvandmed, mis kirjeldavad mingi suuruse muutumist ajas. Mõõtmisi võib olla tehtud m erinevas rühmas ning tähistagu neid $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(m)}$. Igas rühmas on teada tunnuse empiirilised tsentiilid $x_p^{(i)}$ ($i = 1, 2, \dots, m$).

Vastavat tsentiil-aegridade hulka $\{x_p^{(i)}, i = 1, 2, \dots, m\}$, kus $p \in P, P = \{p_1, p_2, \dots, p_q\}$, nimetatakse selle tunnuse P -karakteristlikuks tsentiil-aegridade pereks. Käesolevas töös kasutatakse p väärtustena traditsioonilisi antropomeetria protsente: 3, 10, 25, 50, 75, 90 ja 97. Seega kuulub üksiktunnuse tsentiil-aegrida peresse 7 tsentiil-aegrida pikkusega m , kus m on vanuserühmade arv. Ajalise arengu visualiseerimiseks ühendatakse iga p väärtuse korral punktihulk $x_p^{(1)}, x_p^{(2)}, \dots, x_p^{(m)}$ kuupsplainiga.

Splain on lõigul $[a, b]$ määratud funktsioon $F(y)$, mis lõigu mingi suvalise alajaotuse $a = y_1 < y_2 < \dots < y_m = b$ korral on igas vahemikus (y_i, y_{i+1}) esitatav ülimalt l -astme polünoomina, kusjuures tema tuletised järguni $l - 1$ (kaasa arvatud) on pidevad. Kuupsplain lõigul $y_i \leq y \leq y_{i+1}$ ($i = 1, 2, \dots, n$) on esitatav järgmiselt:

$$F(y) = c_{1.i}(y_{i+1} - y)^3 + c_{2.i}(y - y_i)^3 + c_{3.i}(y_{i+1} - y) + c_{4.i}(y - y_i),$$

kus kordajad $c_{j,i} (j = 1, 2, 3, 4, i = 1, 2, \dots, m)$ hinnatakse empiiriliste andmete põhjal (Kotz, 1982, 249-250).

Seega iga kahe kõrvuti asetseva punkti vahel lähendatakse andmeid kuuppolünoomiga. Kõikides lõigu alajaotustes saadakse üldiselt erinevad funktsioonid, mis sobituvad omavahel kokku sõlmpunktides. Nii saadakse iga tsentiil-aegrea jaoks seda ühendav pidev kõver, mida nimetatakse tsentiilsplainiks. Moodustub tervele karakteristikule tsentiil-aegridade perele vastav karakteristik tsentiilsplainide pere. Saadud tsentiilsplainide parv tuleb kanda graafikule ning see annab visuaalse ülevaate vastava tunnuse ajalisest arengust. Näpunäited meetodi rakendamiseks statistikapaketis SAS on toodud lisa 4.

1.2. F-test

F-testi kasutatakse kui tahetakse kontrollida, kas kahe üldkogumi hajuvus on võrdne. Tähistagu σ_1^2 ja σ_2^2 võrreldavate üldkogumite dispersioone. Kontrollitav hüpoteesipaar on siis

$$\begin{cases} H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \\ H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \end{cases}.$$

Teatavasti on üldkogumi dispersiooni hinnanguks valimi dispersioon. Seetõttu on loomulik nende hüpoteeside kontrollimiseks võtta teststatistikuks valimidispersioonide suhe: $F = s_1^2 / s_2^2$. Mida rohkem see suhe erineb ühest, seda suurem on võimalus, et üldkogumite dispersioonid ei ole võrdsed. F-statistiku jaotuseks on nullhüpoteesi kehtides F-jaotus parameetritega $n_1 - 1$ ja $n_2 - 1$ ($F \sim F(n_1 - 1, n_2 - 1)$). See sobib kahe valimi dispersiooni suhte kirjeldamiseks eeldusel, et üldkogumite dispersioonid on võrdsed ja uuritav tunnus on normaaljaotusega. Kuna F-jaotus on ebasümmeetriline, võib kvantiilide väärtuste leidmine olla tülikas. Seetõttu järjestatakse F-statistiku väljakirjutamisel valimid nii, et $s_1^2 \geq s_2^2$ – seega lugejasse jääb alati suurem valimidispersioon. Sel juhul saab testida ka ainult täiendkvantiilide väärtuseid kasutades ning otsus sisuka hüpoteesi vastuvõtmiseks tehakse kui $F \geq \bar{f}_{\frac{\alpha}{2}; n_1 - 1, n_2 - 1}$, kus \bar{f} on tabelist võetud vastava F-jaotuse kriitiline väärtus. (Parring jt, 1997, 135-136)

Samamoodi toimib vaikimisi ka statistikapakett SAS. Tulemuse interpreteerimisel tuleb seega väljundites tähelepanu pöörata, millise valimi dispersioon on lugejas ja millise nimetajas.

1.3. T-test

T-testi kasutatakse kui eesmärgiks on kahe üldkogumi keskmise taseme võrdlemine. Olgu μ_1 μ_2 võrreldavate üldkogumite keskväärtused ning eesmärk kontrollida järgmist hüpoteesipaari:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}.$$

Eelduseks on, et uuritava tunnuse käitumist mõlemas üldkogumis kirjeldab normaaljaotus. Statistikuna t kasutatakse üldkogumite keskväärtuste standardiseeritud vahet:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s_{u*}},$$

kus s_{u*} on valimite keskväärtuste vahede standardhälbe hinnang. Kui pole teada, et üldkogumite standardhälbed on võrdsed, tuleb seda kontrollida. Selleks teostatakse F-test, mida on tutvustatud eelmises punktis. Kui F-testiga jäädakse nullhüpoteesi juurde, et tunnuse hajuvus on mõlemas üldkogumis ühesugune, hinnatakse kahe valimi põhjal ühine standardhälve s ning s_{u*} avaldub kujul:

$$s_{u*} = \sqrt{\frac{s^2}{n_1} + \frac{s^2}{n_2}}, \quad \text{kus } s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Nullhüpoteesi kehtides on t -statistik t -jaotusega parameetriga $n_1 + n_2 - 2$. Hüpooteesi võib lugeda tõestatuks kui $|t| \geq \bar{t}_{\frac{\alpha}{2}, n_1 + n_2 - 2}$, kus \bar{t} on t -jaotusele vastav kriitiline väärtus. Kui F-testiga võetakse vastu sisukas hüpotees, et üldkogumite dispersioonid ei ole võrdsed, arvutatakse s_{u*} teistsuguse valemiga:

$$s_{u*} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}.$$

Sellisel juhul t -statistik ei ole enam nullhüpoteesi kehtides $t(n_1 + n_2 - 2)$ -jaotusega ning leitakse statistiku käitumist kirjeldav ligikaudne t -jaotus. (Parring jt, 1997, 132-137)

Tavapäraselt teostatakse t-testid valimite põhjal, mille andmetest hinnatakse keskvärtus ja standardhälve ning seejärel arvutatakse t-statistiku väärtus. Kuna võrreldavast uuringust oli iga vanuserühma kohta antud \bar{x} , s_x ja valimimaht n , siis käesolevas töös on t-testid tehtud nende kolme arvkarakteristiku põhjal. Juhend, kuidas selliste sisendite puhul tegutseda statistikapaketis SAS on toodud lisa 4.

1.4. Katseviisiline viga

Üksiku testi korral tehtud esimest liiki viga nimetatakse võrdlusviisiliseks veaks. Olulisusnivool α on tõenäosus, et sisuka hüpoteesi vastuvõtmisel ei tehtud viga, võrdne suurusega $1 - \alpha$. Tihtipeale aga on vaja testida rohkem kui ühte väidet. Hüpoteeside seeria puhul, milles on vaja teha g võrdlust, on esimest liiki vea tegemise tõenäosus juba $(1 - \alpha)^g$. Sellest järeldub, et võrdluste arvu suurenedes kasvab vea tegemise tõenäosus astmeliselt. Tõkkena otsuste seeriale kui tervikule kasutatakse katseviisilist viga: lubatud piir eksida ühe või rohkema hüpoteesipaari kontrollimisel. Katseviisilise veaga saab määrata suurima lubatud tõenäosuse teha esimest liiki viga terve katseseeria korral ning vastavalt sellele juba arvutada võrdlusviisilise vea, mida kasutada iga üksiku testi puhul.

Katseviisilise vea hindamiseks on mitmeid meetodeid, mis erinevad üksteisest võimsuse ja tehtud eelduste poolest. Üks tuntumaid lahendusi on kasutada Bonferroni parandust. Bonferroni tõestas, et iga g korral kehtib võrratus $1 - (1 - \alpha)^g \leq g\alpha$, kui $\alpha \in (0,1)$. Seega on g paariviisilise võrdluse korral katseviisilise vea tegemise tõenäosus tõkestatud suurusega $g\alpha$, kus α on võrdlusviisilise vea tõenäosus. Võttes võrdlusviisilise vea suuruseks $\frac{\alpha}{g}$ on tagatud, et katseviisiline viga pole suurem kui α . Bonferroni meetod ei ole suure võimsusega ja soovitatakse kasutada kui võrdluste arv on väike. (Parring jt, 1997, 272-275)

Käesolevas töös koosneb katseseeria 13-st hüpoteesipaari kontrollimisest t-testiga ning olulisusnivooks on võetud 0,05. Kuna võrdlustes kasutatavad valimimahud on suured, siis madal võimsus ei ole probleemiks. Kasutades Bonferroni parandust, tuleb võrdlusviisiliseks veaks valida $\frac{0,05}{13} \approx 0,00385$. See garanteerib, et tehes iga üksiku t-testi olulisusnivool 0,00385, ei ületa katseviisiline viga suurust 0,05.

2. Andmestiku ülevaade

2.1. Andmestiku kirjeldus

Andmestiku moodustavad 21 764 Eesti lapse pikkuse ja kehamassi mõõdud, mis on tehtud valdavalt aastatel 2006-2009. Kõik mõõtmised olid kooliarstidel ja pediatritel varem oma töö käigus rutiinselt tehtud. Lisaks on teada iga lapse puhul sünnikuupäev ning mõõtmise aeg. Koolid ja meditsiiniastutused, kus andmeid koguti, valiti välja juhusliku valiku meetodil. Mõõdetud on 10 282 poissi ja 11 482 tüdrukut vanuses 6-19 aastat. Uuritud laste jaotus vanusegruppide ja soo järgi on toodud tabelis 1. Lapsed on rühmitatud täisaasta järgi. See tähendab, et näiteks 8-aastaste hulka kuuluvad kõik, kelle vanus mõõtmise ajal on olnud kuni 8 aastat ja 364 päeva. Eesmärgiks ei ole kogu materjali vaatlemine tervikuna, seega vanuserühmade arvuline võrdsus ja võrdelisus vastavate vanuserühmadega üldkogumis ei ole tähtis. Hilisemas analüüsis ei ole kasutatud 19-aastaste andmeid, sest varasemates uuringutes seda vanuserühma mõõdetud ei ole ning seetõttu puudub võrdlusmoment.

Tabel 1. Mõõdetud laste jaotus vanuse ja soo järgi

Vanus	Poisid	Tüdrukud
6	99	113
7	936	1041
8	705	667
9	1052	1063
10	456	450
11	1114	1298
12	569	536
13	1227	1355
14	680	637
15	1596	1829
16	831	978
17	373	588
18	523	762
19	121	165

2.2. Kirjeldav analüüs

Tähtsamad keha pikkust iseloomustavad näitajad on toodud soo kaupa tabelis 2. Andmetest ilmneb, et poisid kasvavad kooliea vältel 57,1 cm ja tüdrukud 44,5 cm. Kasvamise kiirus vanusrühmades on erinev, seda analüüsitakse täpsemalt hilisemas peatükis. Üldiselt on poisid pikemat kasvu kui tüdrukud, kuid vanuses 10-12 aastat on olukord vastupidine. See on ootuspärane, sest tüdrukud hakkavad varem kasvama. Põhjuseks on puberteedia algus, mis tütarlaste puhul jääb vanusevahemikku 10-13 aastat ning poeglastel 12-14 aastat (Grünberg jt, 1998, 25). Nendes vanusterühmades on näha ka kõige suuremat hajuvust, mis on antropoloogilistele andmetele iseloomulik. Tüdrukute puhul on maksimaalne standardhälbe väärtus 10-aastastel (7,47) ning poistel 13-aastastel (8,73).

Tabel 2. Pikkuse põhikarakteristikud soo ja vanusegrupi järgi

Vanus	Tüdrukud				Poisid			
	Pikkus	Sd	Min	Max	Pikkus	Sd	Min	Max
6	123,79	5,60	111,0	139,0	125,44	5,19	113,5	137,0
7	128,24	5,60	110,5	146,5	129,61	5,71	111,5	150,0
8	132,89	5,92	115,3	148,8	133,73	5,94	114,0	155,5
9	139,45	6,44	121,0	162,0	139,85	6,23	119,0	162,0
10	145,13	7,47	120,5	172,0	144,60	6,38	126,0	165,0
11	152,16	7,28	128,5	175,0	151,35	7,10	129,9	175,6
12	157,70	6,90	134,0	173,0	156,23	7,98	134,0	183,5
13	163,39	6,43	141,0	183,5	165,51	8,73	140,0	193,0
14	165,20	6,54	143,5	185,0	169,62	8,65	142,7	195,0
15	167,13	5,95	149,3	188,0	176,75	7,34	151,5	200,0
16	167,63	6,24	149,5	189,0	178,55	7,10	154,5	200,0
17	168,62	5,88	150,0	188,0	180,82	6,24	162,0	202,0
18	168,23	5,88	149,0	184,0	181,28	6,53	160,0	200,1
19	168,25	5,94	152,5	181,5	182,57	6,53	166,4	198,0

Kaaluandmed poiste ja tüdrukute kohta on toodud tabelis 3. Neid analüüsid selgub, et poiste kaal suureneb vanuses 6-19 eluaastat 48,4 kg ning tüdrukutel 37,1 kg. Kaalu lisandumine on kiireim puberteediaes. Enim suureneb keskmine kehamass vanuses 12-13 aastat: tüdrukutel

5,5 kg ning poistel 8,2 kg. Nagu pikkuse puhulgi, on poiste näitajad suuremad peaaegu kõigis vanuserühmades. Ainult 12-aastaste seas on tüdrukud keskmiselt raskemad. Laste erineva individuaalse arengukiiruse tõttu suureneb hajuvus vanusega ning kulmineerub puberteedieas. Standardhälve on maksimaalne 13-aastaste poiste (11,81) ning 14-aastaste tüdrukute (10,01) seas. Hiljem varieeruvus natuke väheneb, kuid jääb siiski üsna suureks.

Tabel 3. Kaalu põhikarakteristikud soo ja vanusegrupi järgi

Vanus	Tüdrukud				Poisid			
	Kaal	Sd	Min	Max	Kaal	Sd	Min	Max
6	24,46	3,73	18,0	34,0	25,45	4,32	18,0	41,0
7	27,05	4,85	15,8	44,5	28,30	5,16	13,3	49,0
8	29,73	5,65	18,0	47,4	30,51	5,93	19,5	55,5
9	33,83	6,75	16,5	57,0	34,70	7,19	19,0	63,0
10	37,88	8,89	20,4	69,0	38,76	8,63	24,9	65,0
11	43,13	9,28	21,0	75,5	43,24	9,74	26,0	84,0
12	47,77	9,76	26,0	80,7	46,91	10,36	25,1	84,0
13	53,26	9,56	30,0	87,0	55,06	11,81	28,0	95,5
14	55,38	10,01	33,2	87,2	58,59	11,56	29,7	98,5
15	58,44	8,90	32,7	91,2	65,84	10,94	35,8	103,0
16	58,87	8,35	35,5	88,5	67,59	10,59	40,0	104,0
17	60,84	8,57	43,0	91,5	71,50	11,10	47,0	107,0
18	60,76	9,15	41,0	93,0	74,12	11,06	47,0	110,0
19	61,51	9,18	44,5	88,6	73,86	9,10	50,0	104,0

Muutuste laadist parema üldpildi saamiseks uuritakse kehamassiindeksi (KMI) näitajaid. Kehamassiindeks (ka Quetelet' indeks) on arvutatud suurus, mis väljendab massi ja pikkuse suhet. Selle arvutamiseks kasutatakse valemit kehakaal kilogrammides jagatud pikkuse ruuduga meetrites (kg/m^2). (Grünberg jt, 1998, 14)

Andmestiku põhjal arvutatud KMI-väärtused on toodud tabelis 4. On märgata, et nii poiste kui tüdrukute puhul suureneb kehamassiindeks koos vanusega. Muutused on küllalgi stabiilsed poistel kuni täiskasvanuks saamiseni ning tüdrukutel 15-aastasteni. Poiste kehamassiindeksid on keskmiselt veidi kõrgemad kõikides vanusrühmades. Samuti ei ole varieeruvuses soode vahel suuri erinevusi märgata. Hajuvuse kulg sarnaneb pikkuse ja kaalu omaga: standardhälve suureneb järjest vanusega ning peale puberteediiga vähesel määral langeb.

Tabel 4. Kehamassiindeksi põhikarakteristikud soo ja vanusegrupi järgi

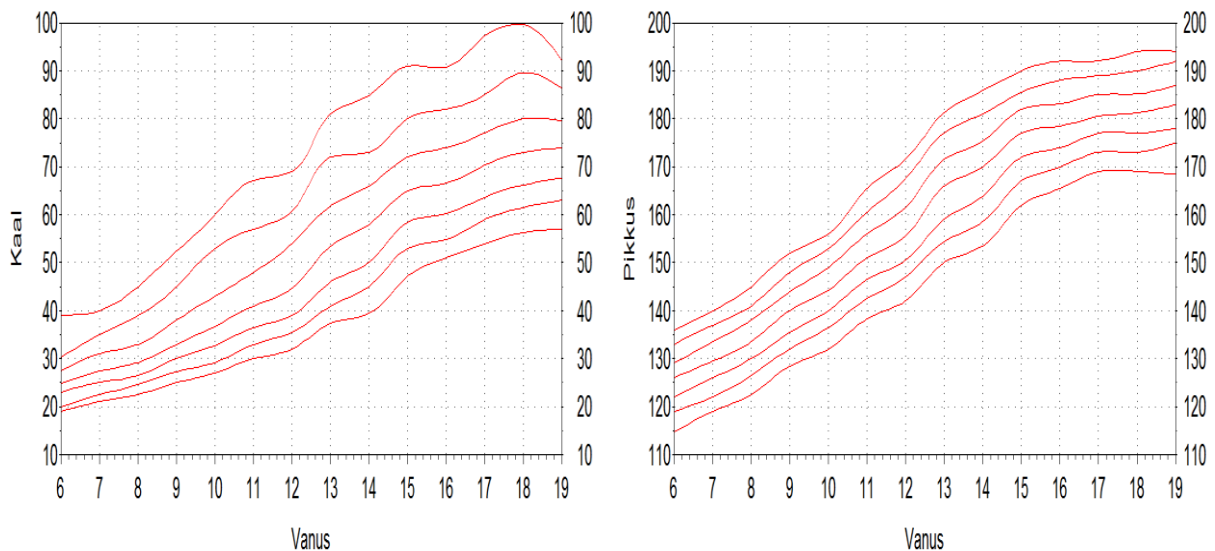
Vanus	Tüdrukud				Poisid			
	KMI	Sd	Min	Max	KMI	Sd	Min	Max
6	15,91	1,75	12,39	21,29	16,08	1,82	12,50	22,38
7	16,36	2,17	10,33	23,89	16,75	2,20	8,79	24,82
8	16,75	2,39	11,42	25,13	16,97	2,43	12,08	26,02
9	17,29	2,57	8,86	26,66	17,62	2,70	10,74	27,74
10	17,82	3,07	12,57	27,78	18,42	3,23	13,13	28,15
11	18,49	3,04	11,19	29,34	18,74	3,25	13,04	31,18
12	19,08	3,00	12,96	29,36	19,07	3,18	12,72	30,70
13	19,88	3,03	12,98	31,22	19,95	3,20	12,91	31,62
14	20,24	3,16	14,18	31,25	20,25	3,10	14,19	31,12
15	20,90	2,82	13,35	31,44	21,01	2,85	14,28	31,67
16	20,93	2,61	13,61	30,09	21,15	2,76	15,27	30,94
17	21,38	2,67	15,89	30,86	21,82	2,89	15,27	32,43
18	21,43	2,79	15,37	31,14	22,52	2,92	16,07	33,46
19	21,68	2,68	16,96	30,45	22,15	2,45	15,87	30,30

2.3. Tsentiilsplainide analüüs

Täpsemalt saab tunnuste hajuvust uurida tsentiilsplainide graafikutelt. Kõikidel joonistel vastavad tsentiiljooned 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilidele.

Poiste pikkuse ja kaalu tsentiilsplainide graafikud on toodud joonisel 1. On näha, et kaalu hajuvuse haare (3- ja 97-tsentiiilide vahe) laieneb tunduvalt vanuse suurenedes. Jälgida tuleks ka 10- ja 90-protsentiilide vahet, kuna 3- ja 97-protsentiilid kirjeldavad väga väikest rühma objekte ja seetõttu võivad käituda ajas suhteliselt ebastabiilselt. Suurim on see vanuses 13-15 aastat, millal ka keskmine standardhälve oli kõige suurem. Põhjuseks on laste erinev arengukiirus, mis sõltub indiviidi bioloogilisest vanusest. Näiteks 90- ja 97-protsentiiljoone tõusunurk on suurim 12-aastaste seas, mis tähendab et tegemist on ilmselt kiire kasvuga poistega ehk aktselerantidega. Väiksema kaaluga poiste (3-, 10- ja 25-protsentiil) puhul on järsem tõus 14-aastaselt, mistõttu võib arvata, et nemad on aeglasema füüsilise arenguga. Üldiselt on kaalu hajuvus ebasümmeetriline, sest ülalpool mediaani (50-protsentiil) on hajuvus märgatavalt suurem. Nähtavasti 19ndaks eluaastaks jõuavad bioloogilises vanuses mahajäänud teistele järele ja toimub arengu ühtlustumine.

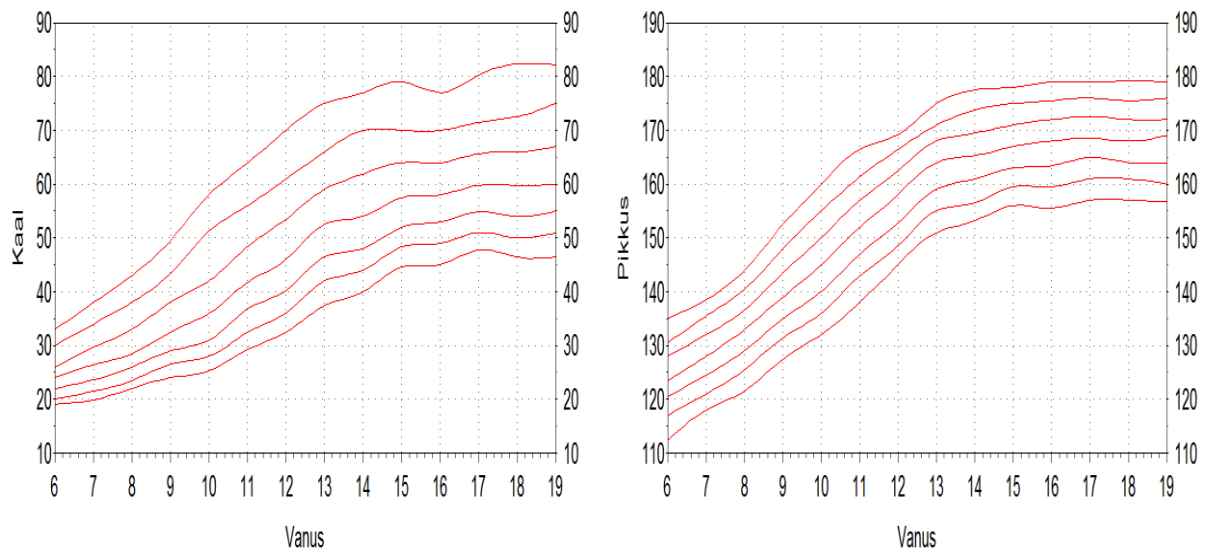
Pikkuse tsentiilsplainide vahelised kaugused on üsna sarnased, seega pikkuse jaotus erinevates vanustes ei ole väga muutlik. Isegi 3- ja 97-protsentiilid kulgevad stabiilselt. On märgata erinevusi laste arengukiiruses. Näiteks lühemakasvuliste (3-,10- ja 25-protsentiil) seas on tõus 14-16 aastasel järsem ehk toimub teistele järgikasvamine. Umbes 17ndaks eluaastaks on poisslaste kasv aeglustunud ning jooned kulgevad suhteliselt horisontaalselt. Kõik arvulised protsentiilide väärtused poiste pikkuse ja kaalu kohta on toodud lisas 1.



Joonis 1. Poiste kaalu ja pikkuse tsentiilsplainide graafikud

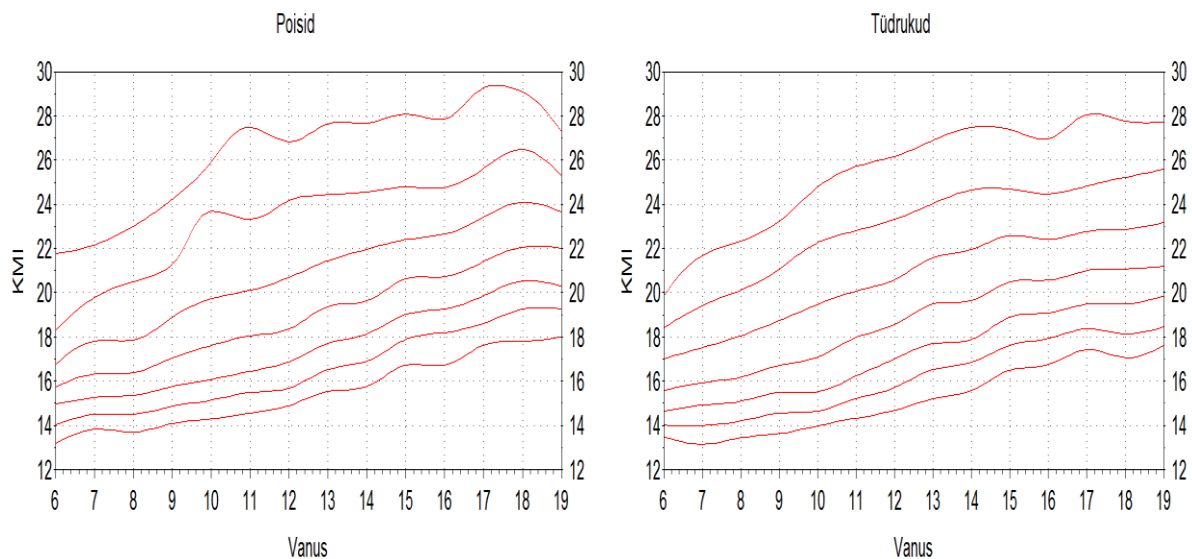
Tüdrukute tsentiilsplainide graafikud on kujutatud joonisel 2. Kaalu hajuvuse haare laieneb vanuse suurenedes tunduvalt ning on suurim vanuses 12-14 aastat. Nagu poiste puhulgi, on hajuvus ebasümmeetriline. Võrreldes ülemiste tsentiiljoonte tõuse alumistega, on selgelt näha erinevusi tütarlaste arengukiiruses. Alates 15ndast eluaastast on tüdrukute kaal stabiilsem ning suuri muutusi keskmistes ei toimu. Samuti püsivad kõikide tsentiiljoonte vahed ligikaudu sama laiana kuni täiskasvanuikka jõudmiseni.

Pikkuse hajuvuse jaotus on ühtlane kogu ajateljel. Protsentiiljoonte kulg on sarnane, järelilikult toimub pikkuse lisandumine sama tempoga nii pikkade kui ka lühemate tüdrukute puhul. Tsentiilide arvulised väärtused nii tüdrukute pikkuse kui ka kaalu kohta on toodud lisas 2.



Joonis 2. Tüdrukute kaalu ja pikkuse tsentiilsplainide graafikud

Kehamassiindeksi hajuvust poiste ja tüdrukute seas saab uurida tsentiilsplainide graafikutelt jooniselt 3. Silma hakkavad üsnagi laiad 75- ja 90- ning 90- ja 97-protsentiilide vahed ja seda mõlema soo puhul. Suur hajuvus puberteedieas on loomulik, aga et 6- kuni 9-aastaste seas mediaanist nii palju suuremaid väärtusi esineb, on üllatav. Väiksema kehaehitusega lastel (3-, 10- ja 25-protsentiilid) on varieeruvus suhteliselt ühtlane. Kehamassiindeksi tsentiilide arvulisi väärtuseid on võimalik vaadata poiste kohta lisast 1 ja tüdrukute kohta lisast 2.



Joonis 3. Poiste ja tüdrukute kehamassiindeksite tsentiilsplainide graafikud

3. Võrdlus varasemate tulemustega

3.1. Eesti laste füüsiline areng 1956-1996

Eestis on väiksema- või suuremamahulisi koolilaste antropomeetrilisi mõõtmisi läbi viidud alates aastast 1922. Esimesi ülevabariiklikke koolinoorte mõõtmisi alustati 1956 ning see töö kestis 11 aastat (Aul, 1982, 6). Viimase 50 aasta jooksul toimunud muutusi iseloomustavad tabelid on toodud lisas 3. Nendes on esitatud aastatel 1956-1967 ja 1978 J. Auli poolt kogutud ja 1985-1989 M. Thetloff'i poolt mõõdetud laste kasvude ja kaalude aritmeetilised keskmised.

Andmetest ilmneb, et aastatel 1956-1978 on lapsed muutunud märgatavalt pikemaks. Keskmised pikkused on kõigis vanuserühmades suurenenud ligikaudu 3-6 cm. Järgneva 20 aastaga pole kasvutõus jätkunud, sest muutused jäävad ± 1 cm piiresse. Laste keskmine kehakaal on aastatel 1956 kuni 1989 samuti tõusvas joones liikunud. Kehamassi suurenemine selle aja jooksul on olnud olenevalt vanuserühmast 0,5-5 kg. Seejärel 1989. ja 1996. aasta võrdluses on toimunud kaalu alanemine. Enamike vanuserühmade puhul jääb langus kuni 1,5 kg piiresse, aga 15-18 aastaste tüdrukute seas on see vahemikus 3-5 kg. See tendents kajastub ka kehamassiindeksi muutustes. Kui 1989. aastani on KMI püsinud enamvähem sarnasel tasemel või vähesel määral suurenenud, siis 1996. aasta näitajad on langenud kõigis vanuserühmades. KMI alanemine on suurim 16-18 aastaste seas mõlema soo korral. Tüdrukute puhul on langus umbes 1,5 ja poistel 0,9 ühikut.

See tähendab, et Eesti koolilaps on muutunud pikemaks ja kõhnemaks ning eriti just noorukite seas. Et näha, kas selline tendents on jätkunud, võrreldakse järgmistes alapeatükkides 2009. aasta andmestiku põhjal saadud näitajaid eelmiste, 1996. aastal mõõdetud tulemustega.

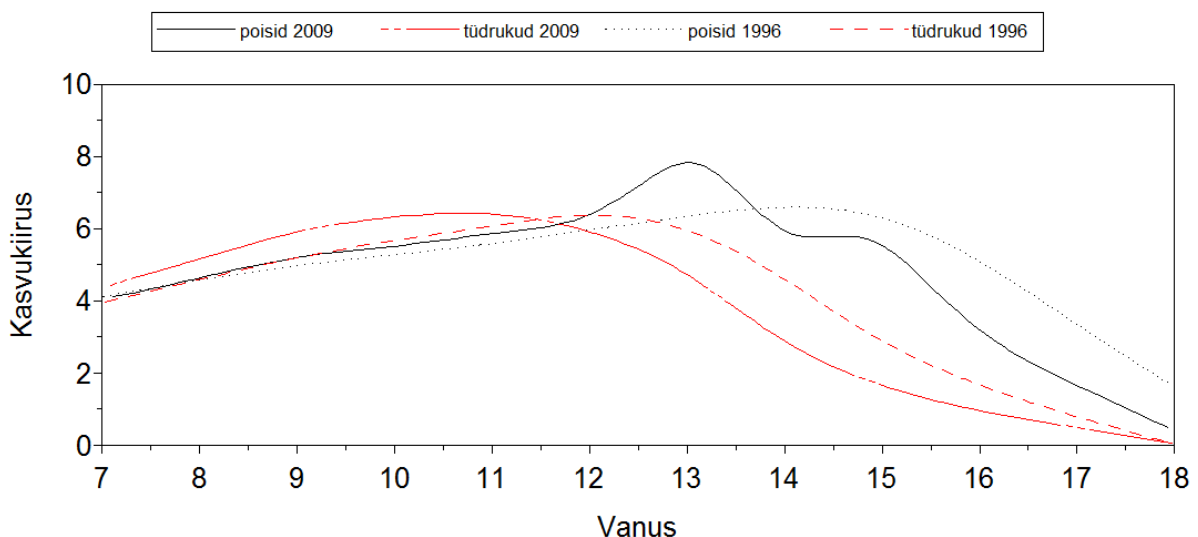
3.2. Kasvukiiruste võrdlus

Laste kasvukiiruseks nimetatakse pikkuse absoluutset juurdekasvu mingi perioodi jooksul. Täpsemate hinnangute saamiseks mõõdetakse kasvukiirust suhteliselt pikkade ajavahemike tagant, näiteks pool aastat või aasta. Kasvukiirus aeglustub või kiireneb enne, kui lapse

pikkus väljub normi piirväärtustest ning seetõttu loetakse seda näitajat kõige informatiivsemaks kasvuhäirete hinnangul. (Grünberg jt, 1998, 11)

Kasutuseloleva andmestiku põhjal on arvatud aastased juurdekasvud ning koostatud silutud graafikud keskmistest kasvukiirustest erinevates vanustes (vt joonis 4). Jooniselt on näha, et varasematel kooliaastatel juurdekasvud suurenevad. Tüdrukute puhul on kasvukiirus maksimaalne vanuses 10 kuni 11, poistel 12 kuni 13 aastat. See on ootuspärane, sest tütarlastel toimubki puberteediaegne hüpe varem kui poeglastel. Samas võrreldes 1996. aasta kasvukiiruse graafikutega, on haripunktid mõlema soo puhul liikunud umbes aasta võrra varasemaks. Mõlema soo puhul on 18-aastaste keskmine juurdekasv olnud nii väike, et graafik läheneb nullile. Ilmselt on selleks ajaks kiirema kasvuga lapsed oma pikkuse täis kasvanud ja teiste puhul jätkub pikkuse lisandumine väga aeglaselt.

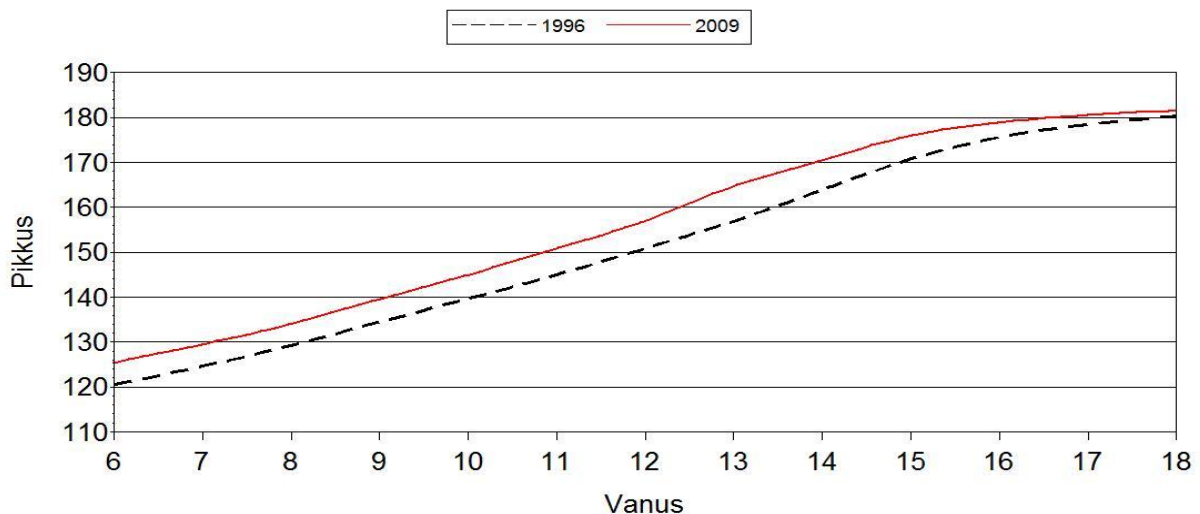
Poiste graafikute võrdluses on kasvukiirus kuni 12nda eluaastani sarnane, kuid tänapäeva õpilastel on seejärel toimunud järsk kasvu kiirenemine. Eelmise uuringu tulemuste kõver on laugem, mis tähendab ühtlasemat ja pikemaajalist kasvumist. Tüdrukute puhul on jooned peaaegu ühesuguse kujuga, aga nihutatud. Seetõttu on kahe uuringu võrdluses kasvukiirus tänapäeval suurem kuni 11nda eluaastani ning alates 12st eluaastast väiksem.



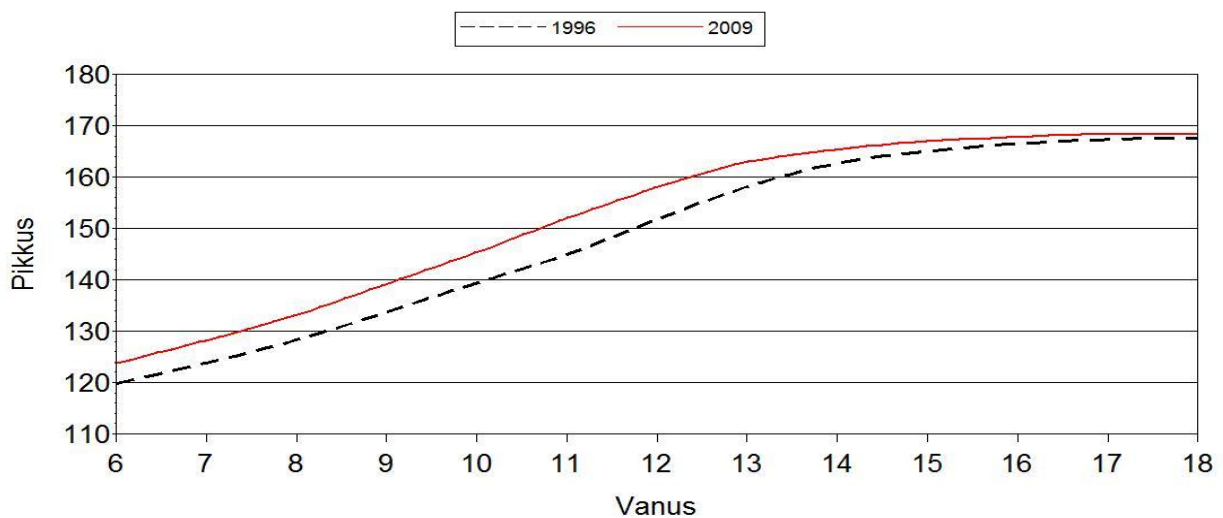
Joonis 4. Poiste ja tüdrukute kasvukiirused erinevates vanustes aastatel 1996 ja 2009

3.3. Pikkuse võrdlus 1996. aasta näitajatega

Joonistel 5 ja 6 on kujutatud poiste ja tüdrukute keskmise pikkuse muutumist kooliea vältel. Võrreldes 2009. aastal mõõdetud laste graafikut 1996. a omaga, siis on mõlema soo puhul märgata keskmise pikkuse suurenemist. Kehapikkuste muutused on umbes 5 cm ning suurenevad veidi puberteedieas. Seejärel keskmised pikkused hakkavad ühtlustuma ning tüdrukutel alates 15- ning poistel 17-aastaselt on graafikud üsna ligilähedased. Jooniste põhjal tundub, et tänapäeva koolilapsed kasvavad kiiremini ning ka nende kasv aeglustub varem. Seetõttu 18-aastased ei ole märgatavalt pikemad kui samaealised aastal 1996.



Joonis 5. Poiste keskmise pikkuse võrdlus aastatel 1996 ja 2009



Joonis 6. Tüdrukute keskmise pikkus võrdlus aastatel 1996 ja 2009

Jooniste põhjal tehtud arvamused on hinnangulised ning seetõttu tuleks kontrollida statistiliselt, kas nähtud erinevused on olulised ka üldkogumis või ainult konkreetse valimi eripärad. Selleks sobib kasutada t-testi, mis võrdleb keskväärtusi põhinedes standardhälbele ja valimimahule.

T-testi tulemused mõlema soo keskmiste kehapikkuste võrdluse kohta on toodud tabelites 6 ja 7. On näha, et kõigi vanusegruppide puhul on muutus olnud positiivne. Saab arvutada keskmise pikkuste erinevuse, milleks on poistel 4,84 cm ja tüdrukutel 3,86 cm. Suurim muutus on toimunud poistel 13-aastaste ning tüdrukutel 11-aastaste seas: vastavalt 8,71 cm ja 7,50 cm. Usaldusvahemike veerust võib märgata, et 18-aastaste puhul sisaldab vahemik mõlema soo puhul nulli. Samuti on olulisustõenäosused suuremad valitud olulisusnivoost 0,00385. Järelikult ei saa väita, et selles vanuses oleks keskmine kehapikkus muutunud. Kõigis teistes vanuserühmades osutuvad erinevused oluliseks. Seega on statistiliselt tõestatud, et 6- kuni 17-aastaste kehapikkused on suurenenud.

Tabel 6. T-testi tulemused poiste keskmise kehapikkuse võrdlemisel

Vanus	Pikkus(1996)	Pikkus(2009)	Erinevus	Usaldusvahemik	St. viga	p
6	120,58	125,44	4,86	3,69 ; 6,03	0,5969	0,0001
7	124,54	129,61	5,07	4,48 ; 5,66	0,2996	0,0001
8	129,18	133,73	4,54	3,98 ; 5,10	0,2833	0,0001
9	134,57	139,85	5,28	4,74 ; 5,28	0,2779	0,0001
10	139,69	144,60	4,91	4,20 ; 5,62	0,3623	0,0001
11	144,92	151,35	6,43	5,82 ; 7,04	0,3131	0,0001
12	150,94	156,23	5,29	4,47 ; 6,11	0,4198	0,0001
13	156,80	165,51	8,71	7,92 ; 9,50	0,4038	0,0001
14	163,79	169,62	5,83	4,87 ; 6,79	0,4871	0,0001
15	170,86	176,75	5,89	5,17 ; 6,61	0,3649	0,0001
16	175,69	178,55	2,86	2,00 ; 3,72	0,4365	0,0001
17	178,52	180,82	2,30	1,20 ; 3,40	0,5617	0,0001
18	180,27	181,28	1,01	-0,07 ; 2,09	0,5480	0,0657

Tabel 7. T-testi tulemused tüdrukute keskmise kehapikkuse võrdlemisel

Vanus	Pikkus(1996)	Pikkus(2009)	Erinevus	Usaldusvahemik	St. viga	p
6	119,89	123,79	3,90	2,65 ; 5,15	0,6332	0,0001
7	123,80	128,24	4,44	3,90 ; 4,98	0,2729	0,0001
8	128,20	132,89	4,69	4,13 ; 5,25	0,2853	0,0001
9	133,76	139,45	5,69	5,15 ; 6,24	0,2781	0,0001
10	139,61	145,13	5,52	4,70 ; 6,34	0,4174	0,0001
11	144,66	152,16	7,50	6,87; 8,13	0,3209	0,0001
12	151,79	157,70	5,91	5,10 ; 6,72	0,4132	0,0001
13	158,15	163,39	5,24	4,37; 5,84	0,3082	0,0001
14	162,94	165,20	2,26	1,52 ; 3,00	0,3773	0,0001
15	164,92	167,13	2,21	1,68 ; 2,74	0,2722	0,0001
16	166,59	167,63	1,04	0,39 ; 1,69	0,3314	0,0017
17	167,41	168,62	1,21	0,43 ; 1,99	0,3964	0,0023
18	167,62	168,23	0,61	-0,17 ; 1,39	0,3963	0,1241

Tabelites 8 ja 9 on poiste ja tüdrukute F-testide tulemused, mis näitavad dispersioonide erinevusi. Üldiselt tundub hajuvus olevat sarnane 1996. aasta andmetega. Olulisustõenäosuste veergu vaadates osutub, et statistiliselt oluline muutus on toimunud ainult 15-aastaste vanuserühmas. Ligikaudu sama suur F-statistiku väärtus on 17-aastaste hulgas, kuid väiksema valimimahu tõttu seal nullhüpoteesi ümber lükata ei saa. Tüdrukute puhul ilmneb, et dispersioon on 12- ja 13-aastaste vanuserühmas väiksemaks muutunud ning 7-aastaste hulgas suuremaks. Erinevus 7-aastaste hulgas on pigem põhjustatud eelmiste andmete madalast dispersioonist selles vanuserühmas, mis nüüdseks on ühtlustunud.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et koolilaste pikkuse hajuvuses ei ole suuri muutusi toimunud. Mõlema soo puhul oli mõni üksik statistiliselt oluline erinevus. Kuna antropomeetriliste andmetele on omane suur dispersioon, aga F-statistikute väärtused ei olnud eriti suured, siis teaduslikus plaanis ei pruugi need olla huvipakkuvad. Järelikult pikkuse suurenemine on olnud ühtlane nii pikemate kui lühemate õpilaste seas.

Tabel 8. F-testi tulemused poiste pikkuse dispersioonide võrdlemisel

Vanus	Pikkus(1996)	Sd	Pikkus(2009)	Sd	F-statistik	p
6	120,58	5,01	125,44	5,19	1,07	0,6539
7	124,54	5,32	129,61	5,71	1,15	0,0659
8	129,18	5,86	133,73	5,94	1,03	0,6863
9	134,57	6,33	139,85	6,23	1,03	0,6106
10	139,69	6,39	144,60	6,38	1,00	0,9767
11	144,92	6,59	151,35	7,10	1,16	0,0212
12	150,94	7,69	156,23	7,98	1,08	0,3270
13	156,80	9,13	165,51	8,73	1,09	0,1608
14	163,79	9,14	169,62	8,65	1,12	0,1551
15	170,86	8,50	176,75	7,34	1,34	0,0001
16	175,69	7,76	178,55	7,10	1,19	0,0327
17	178,52	7,19	180,82	6,24	1,33	0,0170
18	180,27	6,25	181,28	6,53	1,09	0,4813

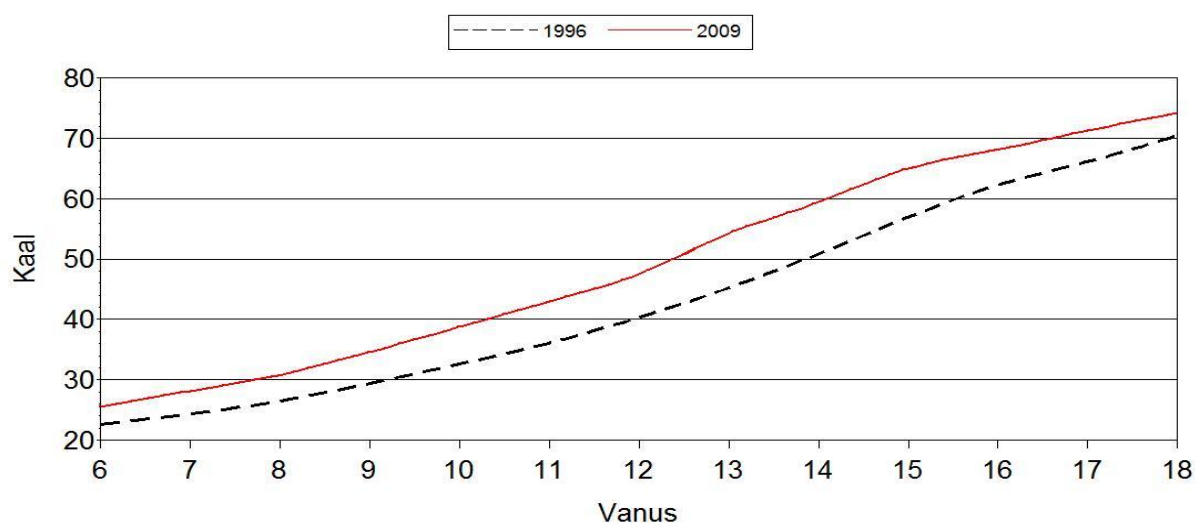
Tabel 9. F-testi tulemused tüdrukute pikkuse dispersioonide võrdlemisel

Vanus	Pikkus(1996)	Sd	Pikkus(2009)	Sd	F-statistik	p
6	119,89	5,59	123,79	5,60	1,00	0,9659
7	123,80	5,04	128,24	5,60	1,23	0,0036
8	128,20	5,71	132,89	5,92	1,07	0,2964
9	133,76	6,06	139,45	6,44	1,13	0,0534
10	139,61	7,11	145,13	7,47	1,10	0,2208
11	144,66	7,40	152,16	7,28	1,03	0,5945
12	151,79	7,95	157,70	6,90	1,33	0,0003
13	158,15	7,48	163,39	6,43	1,35	0,0001
14	162,94	7,00	165,20	6,54	1,15	0,0848
15	164,92	6,12	167,13	5,95	1,06	0,3732
16	166,59	6,21	167,63	6,24	1,01	0,9038
17	167,41	5,90	168,62	5,88	1,01	0,9369
18	167,62	5,54	168,23	5,88	1,13	0,2292

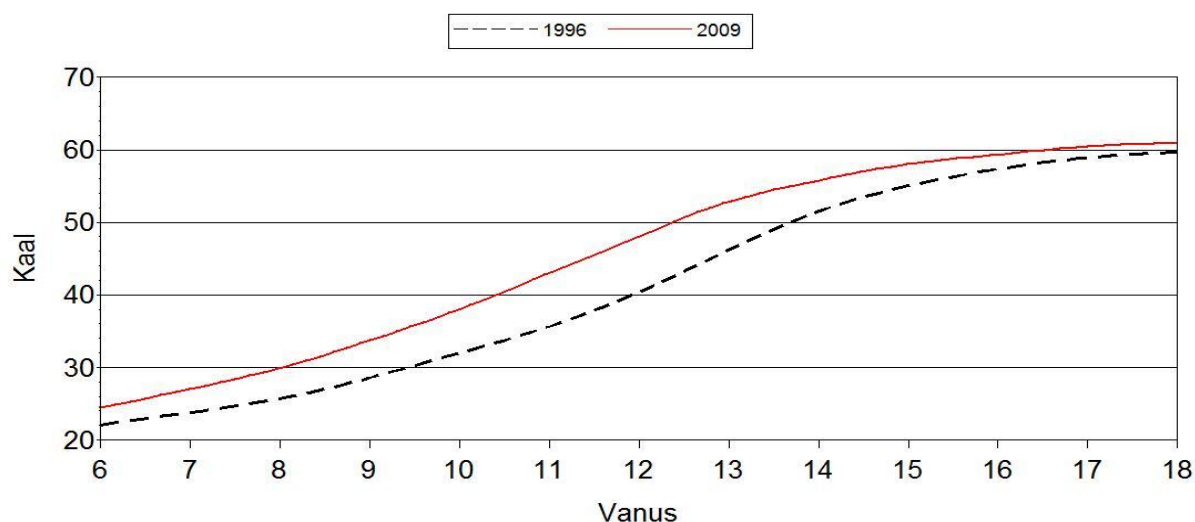
3.4. Kehakaalu võrdlus 1996. aasta näitajatega

Nii poiste kui ka tüdrukute keskmise kehakaalu võrdlemisel eelneva uuringu andmetega vanuserühmade kaupa on näha suurenemist (vt joonised 7 ja 8). Muutused on küllaltki märgatavad mõlema soo puhul. Kaaluerinevus keskmiste vahel vanuses 6-9 aastat on ligikaudu 3-4 kg, seejärel hakkab suurenema kulmineerudes puberteedieas ning väheneb taas

täiskasvanueale lähenedes. Poiste puhul on see vähenemine väike, sest 18-aastaselt on keskmine kehamass siiski umbes 4 kg suurem kui 1996. aastal. Tüdrukute puhul hakkavad alates 14-aastastest kaaluerinevused järsku vähenema ning 18-aastaste võrdluses langevad sirged praktiliselt kokku: keskmiste erinevus on umbes 1 kg. Seega jooniste põhjal on koolilapsed muutunud tunduvalt raskemaks. Keskmine kehakaal on kõige rohkem suurenenud mõlema soo puberteediealistel ning kõige vähem on tõusnud 16-18 aastaste tüdrukute kaal.



Joonis 7. Poiste keskmine kehakaalu võrdlus aastatel 1996 ja 2009



Joonis 8. Tüdrukute keskmine kehakaalu võrdlus aastatel 1996 ja 2009

Tabelites 10 ja 11 on toodud t-testi tulemused mõlema soo keskmise kehakaalu võrdluste kohta. Kõigis vanuserühmades on muutus olnud positiivne. Keskmise kaaluerinevus on poistel 5,90 kg ning tüdrukutel 4,20 kg. On näha, et poiste puhul on kõik p-väärtused väiksemad kui valitud olulisusnivoo 0,00385 ning saab öelda, et keskmine kehakaal on eelmise uuringuga võrreldes suurenenud. Osutub, et 17- ja 18-aastaste tütarlaste seas kehakaalude erinevused ei ole olulised. Seega keskmine kaal on tõusnud vanuses 6 kuni 16 aastat. Võrdluseks võib tuua, et aastatel 1956-1996 toimunute uuringute vahel olid muutused keskmises kehamassis enamasti 0,5-2 kg. Seega Eesti koolilapsed on muutunud märkimisväärselt raskemaks.

Tabel 10. T-testi tulemused poiste keskmise kehakaalu võrdlemisel

Vanus	Kaal(1996)	Kaal(2009)	Erinevus	Usaldusvahemik	St. viga	p
6	22,66	25,45	2,79	2,00 ; 3,58	0,3993	0,0001
7	24,35	28,30	3,95	3,47 ; 4,43	0,2461	0,0001
8	26,36	30,51	4,15	3,70 ; 4,60	0,2314	0,0001
9	29,52	34,70	5,18	4,64 ; 5,72	0,2734	0,0001
10	32,60	38,76	6,16	5,42 ; 6,90	0,3778	0,0001
11	36,04	43,24	7,20	6,44 ; 7,96	0,3858	0,0001
12	40,34	46,91	6,57	5,60 ; 7,54	0,4921	0,0001
13	45,19	55,06	9,87	8,88 ; 10,86	0,5029	0,0001
14	50,84	58,59	7,75	6,59 ; 8,91	0,5908	0,0001
15	56,84	65,84	9,00	8,01 ; 9,99	0,5046	0,0001
16	62,72	67,59	4,87	3,64 ; 6,10	0,6251	0,0001
17	65,82	71,50	5,68	3,92 ; 7,44	0,8982	0,0001
18	70,57	74,12	3,55	1,80 ; 5,30	0,8898	0,0001

Tabel 11. T-testi tulemused tüdrukute keskmise kehakaalu võrdlemisel

Vanus	Kaal(1996)	Kaal(2009)	Erinevus	Usaldusvahemik	St. viga	p
6	22,07	24,46	2,39	1,62 ; 3,16	0,3937	0,0001
7	23,92	27,05	3,13	2,69 ; 3,57	0,2233	0,0001
8	25,45	29,73	4,28	3,82 ; 4,74	0,2331	0,0001
9	28,62	33,83	5,21	4,69 ; 5,73	0,2660	0,0001
10	32,09	37,88	5,79	4,98 ; 6,60	0,4143	0,0001
11	35,51	43,13	7,62	6,89 ; 8,35	0,3737	0,0001
12	40,35	47,77	7,42	6,43 ; 8,41	0,5027	0,0001
13	46,12	53,26	7,14	6,30 ; 7,98	0,4308	0,0001
14	51,62	55,38	3,76	2,69 ; 4,83	0,5454	0,0001
15	55,07	58,44	3,37	2,57 ; 4,17	0,4100	0,0001
16	57,24	58,87	1,63	0,76 ; 2,50	0,4437	0,0002
17	59,12	60,84	1,72	0,54 ; 2,90	0,5991	0,0042
18	59,56	60,76	1,20	0,00 ; 2,40	0,6097	0,0396

Poiste kehakaalu dispersioonide võrdlemise tulemused vanuserühmade kaupa on toodud tabelis 12. Selgub, et kõigis vanuserühmades on hajuvus suurenenud ning koguni 11 juhul 13st on F-testidega leitud erinevused ka statistiliselt olulised. Märgatavad muutused on toimunud noortemate, 6-11 aastaste seas, kus F-statistiku väärtused on küllaltki suured. Vanuses 12-18 aastat oli varieeruvus juba eelnevalt küllaltki suur ning on kasvanud veelgi. Huvipakkuv võiks olla, et kui eelmiste andmete puhul oli haripunktiks 16-aastaste vanuserühm, siis nüüd on maksimaalne dispersioon 13-aastaste näitaja.

F-testide tulemused tüdrukute kohta on näha tabelis 13. Sarnaselt poistele on dispersioon suurenenud 6-11 aastaste seas, kus F-statistiku väärtused on 2-lähedased ning erinevused statistiliselt olulised. Puberteedieas ei ole muutusi toimunud: hajuvus on jäänud ligikaudu samale tasemele.

Kuna keskmine kehakaal on mõlema soo puhul märgatavalt tõusnud, siis olulistest erinevustest kuni 11-aastaste seas võib arvata, et suurekaaluliste laste osakaal on kasvanud. Alates 12-aastastest on hajuvus juba eelnevalt suur olnud. Poiste puhul on need näitajad veelgi suurenenud, tüdrukute puhul ei ole.

Tabel 12. F-testi tulemused poiste kehakaalu dispersioonide võrdlemisel

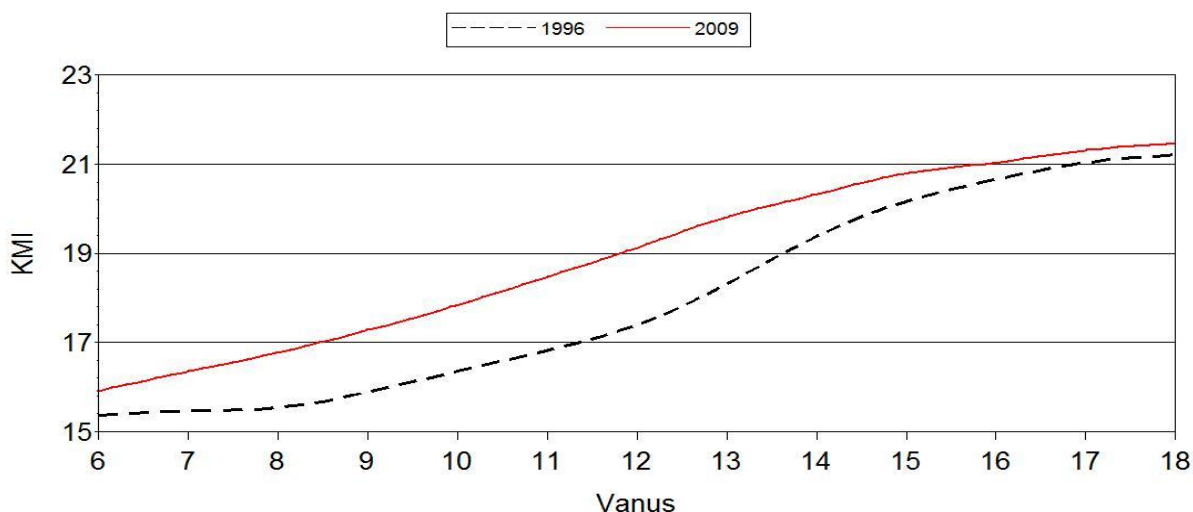
Vanus	Kaal(1996)	Sd	Kaal(2009)	Sd	F-statistik	p
6	22,66	2,93	25,45	4,32	2,17	0,0001
7	24,35	3,31	28,30	5,16	2,43	0,0001
8	26,36	3,84	30,51	5,93	2,38	0,0001
9	29,52	4,73	34,70	7,19	2,31	0,0001
10	32,60	5,45	38,76	8,63	2,51	0,0001
11	36,04	6,31	43,24	9,74	2,38	0,0001
12	40,34	8,24	46,91	10,36	1,58	0,0001
13	45,19	9,75	55,06	11,81	1,47	0,0001
14	50,84	9,91	58,59	11,56	1,36	0,0001
15	56,84	9,63	65,84	10,94	1,29	0,0002
16	62,72	10,27	67,59	10,59	1,06	0,4746
17	65,82	9,59	71,50	11,10	1,34	0,0172
18	70,57	8,69	74,12	11,06	1,62	0,0001

Tabel 13. F-testi tulemused tüdrukute kehakaalu dispersioonide võrdlemisel

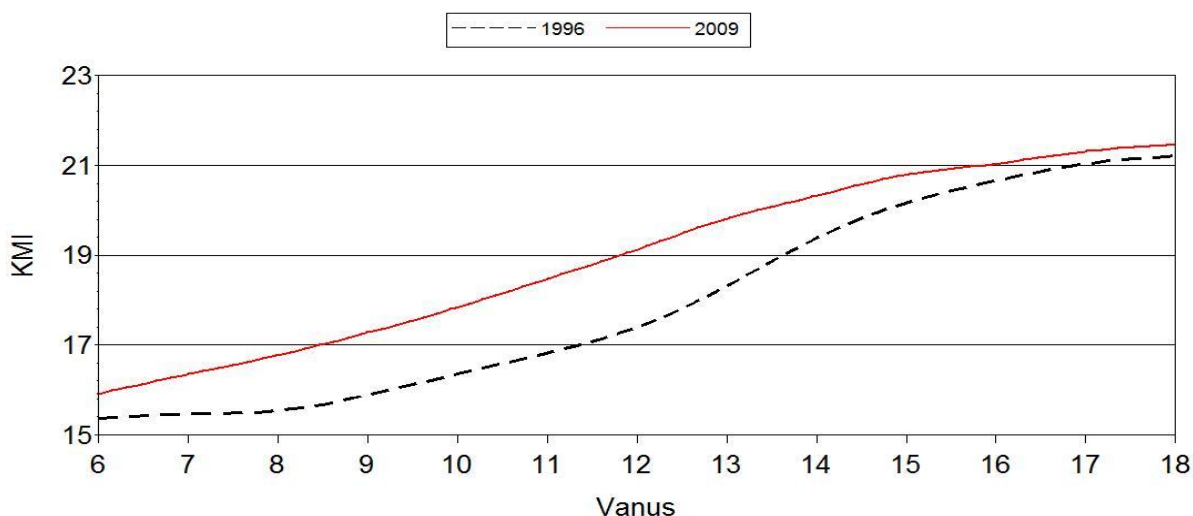
Vanus	Kaal(1996)	Sd	Kaal(2009)	Sd	F-statistik	p
6	22,07	3,25	24,46	3,73	1,32	0,0847
7	23,92	3,56	27,05	4,85	1,86	0,0001
8	25,45	3,97	29,73	5,65	2,03	0,0001
9	28,62	4,92	33,83	6,75	1,88	0,0001
10	32,09	6,08	37,88	8,89	2,14	0,0001
11	35,51	7,19	43,13	9,28	1,67	0,0001
12	40,35	8,88	47,77	9,76	1,21	0,0134
13	46,12	9,43	53,26	9,56	1,03	0,6739
14	51,62	9,61	55,38	10,01	1,08	0,3000
15	55,07	9,34	58,44	8,90	1,10	0,1282
16	57,24	8,32	58,87	8,35	1,01	0,9294
17	59,12	8,46	60,84	8,57	1,17	0,4629
18	59,56	8,23	60,76	9,15	1,24	0,0328

3.5. Kehamassiindeksi võrdlus 1996. aasta näitajatega

Saamaks paremat hinnangut kehakuju muutustele, tuleb analüüsida jooniseid 9 ja 10, mis illustreerivad poiste ja tüdrukute kehamassiindekseid 1996. aastaga võrreldes. Poiste puhul kulgevad mõlemad graafikud sarnaselt, kuid tänapäeva laste kehamassiindeks on ühtlaselt suurem kõikides vanuserühmades. Otpunktid väljaarvatud on erinevus umbes 1 ühik ja isegi suurem vanuses 10-13 aastat. Tüdrukute kehamassiindeks on samuti suurenenud kõikides vanuserühmades. Suurim muutus on vanuses 8-13 aastat, kus indeks on suurenenud vähemalt 1 ühiku võrra. Alates 16-aastastest jäävad muutused tunduvalt väiksemaks, kuna selles vanuses tütarlaste keskmine kehamass ei olnud eriti suurenenud.



Joonis 9. Poiste keskmise kehamassiindeksi võrdlus aastatel 1996 ja 2009



Joonis 10. Tüdrukute keskmise kehamassiindeksi võrdlus aastatel 1996 ja 2009

T-testide tulemused poiste kehamassiindeksite võrdluse kohta on toodud tabelis 14. Joonistel nähtud erinevused osutuvad statistiliselt oluliseks kõikides vanuserühmades väljaarvatud 6-aastased. Suurim muutus on 10-aastaste hulgas, kus usaldusvahemik kehamassiindeksi suurenemisele on 1,52 kuni 2,06 ühikut. Usalduspiiride mõlemad otspunktid on üle 1 ühiku 8- kuni 15-aastase seas, alla 1 ühiku ei jää mõlemad otspunktid ühegi olulise erinevuse puhul. Valemist tuletatud interpretatsioon on, et ühikulise muutuse korral on tänapäeval lapsed pikkuse ruudu võrra raskemad kui samaealised lapsed eelmise uuringu ajal. Näiteks 13-aastane poiss, kelle pikkus on 1,65 m, on usaldusvahemiku järgi keskmiselt 4,0-5,5 kg raskem kui samaealine ja sama pikk poiss 1996. aastal.

Tüdrukute kohta samade testide tulemused on näha tabelis 15. Olulisustõenäosus on valitud olulisusnivoost väiksem 6- kuni 15-aastaste seas. Vanemate puhul ei saa muutusest rääkida, sest usaldusvahemik sisaldab nulli või on nullilähedane. Oluliste erinevuste usalduspiire uurides on näha, et muutus on olnud märkimisväärsem puberteediealiste seas. Üle 1 ühiku on usalduspiiride otspunktid 8- kuni 13-aastaste seas ja alla 1 ühiku 6- ja 15-aastastel.

Tabel 14. T-testi tulemused poiste keskmise kehamassiindeksi võrdlemisel

Vanus	KMI (1996)	KMI (2009)	Erinevus	Usaldusvahemik	St. viga	p
6	15,63	16,08	0,45	0,09 ; 0,81	0,1847	0,0292
7	15,72	16,75	1,03	0,82 ; 1,24	0,1054	0,0001
8	15,77	16,97	1,20	1,01 ; 1,39	0,0947	0,0001
9	16,24	17,62	1,38	1,18 ; 1,58	0,1026	0,0001
10	16,63	18,42	1,79	1,52 ; 2,06	0,1374	0,0001
11	17,06	18,74	1,68	1,43 ; 1,93	0,1282	0,0001
12	17,56	19,07	1,51	1,22 ; 1,80	0,1463	0,0001
13	18,20	19,95	1,75	1,49 ; 2,01	0,1350	0,0001
14	18,81	20,25	1,44	1,13 ; 1,74	0,1562	0,0001
15	19,37	21,01	1,64	1,38 ; 1,89	0,1294	0,0001
16	20,20	21,15	0,95	0,65 ; 1,27	0,1624	0,0001
17	20,59	21,82	1,23	0,78 ; 1,68	0,2278	0,0001
18	21,72	22,52	0,80	0,33 ; 1,27	0,2391	0,0004

Tabel 15. T-testi tulemused tüdrukute keskmise kehamassiindeksi võrdlemisel

Vanus	KMI (1996)	KMI (2009)	Erinevus	Usaldusvahemik	St. viga	p
6	15,35	15,91	0,56	0,20 ; 0,92	0,1836	0,0025
7	15,55	16,36	0,81	0,61 ; 1,01	0,1015	0,0001
8	15,44	16,75	1,31	1,12 ; 1,50	0,0981	0,0001
9	15,92	17,29	1,37	1,17 ; 1,57	0,1018	0,0001
10	16,37	17,82	1,45	1,17 ; 1,73	0,1424	0,0001
11	16,83	18,49	1,66	1,42 ; 1,90	0,1213	0,0001
12	17,36	19,08	1,72	1,42 ; 2,02	0,1541	0,0001
13	18,32	19,88	1,56	1,30 ; 1,82	0,1344	0,0001
14	19,38	20,24	0,86	0,52 ; 1,20	0,1715	0,0001
15	20,21	20,90	0,69	0,43 ; 0,95	0,1302	0,0001
16	20,60	20,93	0,33	0,06 ; 0,60	0,1393	0,0179
17	21,10	21,38	0,28	-0,07 ; 0,63	0,1788	0,1176
18	21,18	21,43	0,25	-0,12 ; 0,62	0,1875	0,1828

Poiste kehamassiindeksite hajuvuse võrdlused F-testidega näitavad selgeid muutusi (vt tabel 16). Olulisustõenäosuse veergu vaadates ilmneb, et ainult 16- ja 18-aastaste puhul ei saa muutustest rääkida. Kõikides teistes vanuserühmades on hajuvus suurenenud. F-statistiku väärtustest on näha, et suurimad muutused on toimunud 7- kuni 11-aastaste seas. Üldiselt võib järeldada, et tänapäeval on poisslapsed kehakujult varieeruvamad.

Tabelist 17 on näha, et tüdrukute KMI hajuvuse võrdluses nii suuri muutusi ei ole toimunud. Statistiliselt oluliseks saab erinevusi pidada vaid 7- kuni 11-aastaste seas. Ka oluliste muutuste F-statistikute väärtused on väiksemad kui poistel. Samas oli eelmises uuringus tüdrukute kehamassiindeksite hajuvus juba küllaltki suur, mis võib olla üks põhjustest, miks muutused poistega võrreldes nii suured pole. Nüüd on soode võrdluses standardhälvete väärtused ligilähedased ning võib öelda, et tänapäeval on tüdrukud kehakujult sama varieeruvad kui poisid. Eelmise uuringuga võrreldes on tüdrukute seas vähe muutusi toimunud: ainult 7- kuni 11-aastaste seas on KMI hajuvus suurenenud.

Tabel 16. F-testi tulemused poiste kehamassiindeksi dispersioonide võrdlemisel

Vanus	KMI (1996)	Sd	KMI (2009)	Sd	F-statistik	p
6	15,63	1,43	16,08	1,82	1,62	0,0031
7	15,72	1,44	16,75	2,20	2,33	0,0001
8	15,77	1,56	16,97	2,43	2,43	0,0001
9	16,24	1,77	17,62	2,70	2,33	0,0001
10	16,63	1,91	18,42	3,23	2,86	0,0001
11	17,06	2,06	18,74	3,25	2,49	0,0001
12	17,56	2,36	19,07	3,18	1,82	0,0001
13	18,20	2,55	19,95	3,20	1,57	0,0001
14	18,81	2,51	20,25	3,10	1,53	0,0001
15	19,37	2,33	21,01	2,85	1,50	0,0001
16	20,20	2,65	21,15	2,76	1,08	0,3423
17	20,59	2,28	21,82	2,89	1,61	0,0001
18	21,72	2,51	22,52	2,92	1,35	0,0150

Tabel 17. F-testi tulemused tüdrukute kehamassiindeksi dispersioonide võrdlemisel

Vanus	KMI (1996)	Sd	KMI (2009)	Sd	F-statistik	p
6	15,35	1,50	15,91	1,75	1,36	0,0545
7	15,55	1,68	16,36	2,17	1,67	0,0001
8	15,44	1,66	16,75	2,39	2,07	0,0001
9	15,92	1,90	17,29	2,57	1,83	0,0001
10	16,37	2,08	17,82	3,07	2,18	0,0001
11	16,83	2,27	18,49	3,04	1,79	0,0001
12	17,36	2,70	19,08	3,00	1,23	0,0060
13	18,32	2,85	19,88	3,03	1,13	0,0584
14	19,38	3,00	20,24	3,16	1,11	0,1872
15	20,21	2,97	20,90	2,82	1,11	0,1026
16	20,60	2,63	20,93	2,61	1,02	0,8338
17	21,10	2,63	21,38	2,67	1,03	0,7580
18	21,18	2,60	21,43	2,79	1,15	0,1545

4. Järeldused

Nii poiste kui tüdrukute puhul on Eesti laste keskmine pikkus suurenenud 6-17 aastaste seas. Kuna maksimaalne kasvukiiruse periood on mõlema soo puhul nihkunud varasemaks, võib järeldada, et Eesti lapsed on hakanud kiiremini kasvama. Ka keskmiste pikkuste muutus vanuserühmade kaupa on olnud suhteliselt ühtlane, suurenedes veidi puberteedieas. Muutused vähenevad puberteediea järgselt, sest jõutakse lähemale oma lõplikule pikkusele. Seetõttu 18-aastaselt ei ole tänapäeva lapsed pikemad kui lapsed aastal 1996. Samal ajal ei ole hajuvus eriti muutunud ja võib arvata, et pikkuse suurenemine on olnud ühtlane nii kiirema kui ka aeglasema kasvuga õpilaste seas.

Keskmine kehakaal on suurenenud poiste puhul kõikides vanuserühmades ning tüdrukute puhul 6-16 aastaste seas. Üllatav on muutuste ulatus, sest peaaegu kõik olulised erinevused on suuremad kui on olnud uuringute vahel viimase 50 aasta jooksul. Samasuguseid pikkuse ja kaalu muutusi 17-aastaste poiste seas on näidanud ka aastatel 1998-2003 Tartumaal tehtud mõõtmised (Lintsi ja Kaarma, 2005). Poiste kehakaalude hajuvus on suurenenud peaaegu kõigis vanuserühmades ja tüdrukutel 7-11 aastaste seas. Ilmselt on kasvanud suurekaaluliste laste osakaal.

Keskmine kehamassiindeks (KMI) on suurenenud 7-18 aastastel poistel ja 6-16 aastastel tüdrukutel. Varasemate uuringutega võrreldes on muutuste ulatus üsnagi suur. Järelikult on õpilased muutunud kehaehituselt tugevamaks või täidlasemaks, seega trend pikemaks ja kõhnemaks muutumisest ei ole jätkunud. Hajuvuse suurenemisest peaaegu kõigis poiste vanuserühmades saab järeldada, et kehakujult on nad tänapäeval varieeruvamad kui 1996. aastal.

Töö tulemuste põhjal võib järeldada, et laste füüsiline areng on tänapäeval kiirem. Selle mõjul on keskmine pikkus ja kehakaal kõigis vanuserühmades suurenenud. Peaaegu kõik muutused on ka statistiliselt olulised, seega Eesti lapsed ei vasta enam hästi 1996. aasta standarditele. Kasvukõverate uuendamise vajalikkus on statistiliselt põhjendatud. Tulemused kinnitavad sama andmestiku põhjal varasemalt tehtud analüüsi tulemusi (Koskel jt, 2010).

The growth charts of Estonian children

Bachelor thesis

Erik Salm

Summary

The aim of this thesis was to analyse the physical development of Estonian children aged 6 to 19 years and compared to standards from 1996 to decide, whether the growth charts need to be renewed. The data consisted of real measurements of 10 282 boys' and 11 482 girls' height and weight collected mainly from 2006 to 2009.

The first section contains descriptions of all the methods used later in this paper. The second chapter starts with an overview of the collecting process of the data. Then a thorough descriptive analysis of the data is performed. In the third part of this paper the results of 6- to 18-year-olds are compared to the data from 1996 using statistical tests.

The average difference of mean height was 4,8 cm for boys and 3,9 cm for girls. The changes were greatest in puberty and gradually decreasing thereafter as one starts to reach his or her maximum height. With the help of t-tests it was proved that the average height has increased in 6- to 17-year-olds for both sexes. In 18-year-olds the average height has not changed. Those results and the comparison of the growth rates show that the growth of Estonian children has become faster.

The bodyweight has increased 5,9 kg for boys and 4,2 kg for girls on average. Surprising is that almost all of the changes are greater than in antropometric studies carried out in the last 50 years. Statistically significant were all changes for boys and in 6- to 16-year-olds for girls. Based on F-tests' results the variance of bodyweight has also increased significantly in most age groups for boys and in 7- to 11-year-olds for girls. It can be interpreted as the proportion of heavier children has increased.

The analysis of children body mass indexes (BMI) gives an overview of the nature of changes. It was proved that the average BMI has increased in most age groups. The differences of means are relatively large, which indicates the children today are bulkier than

in 1996. Also the bodyshapes are more varying in boys as the variance has increased in all age groups but 16-year-olds.

It can be concluded that the physical development of Estonian children today is faster than in year 1996 as the average height and weight have changed significantly. The results are in concordance with previous analysis on this data (Koskel et al. 2010) and confirm the need to renew the growth charts of Estonian children.

Kasutatud kirjandus

Aul, J. (1982). Eesti kooliõpilaste antropoloogia. Tallinn: Valgus.

Grünberg, H., Adojaan B., Thetloff, M. (1998). Kasvamine ja kasvuhäired: metoodiline juhend laste füüsilise arengu hindamiseks. Tartu: Tartu Ülikool.

Koskel, S., Tiit, E.-M., Kaarma, H. (2010). Changes in Estonian School students' height and weight in the last ten years. – *Papers on Anthropology*, 19, 211-229.

Kotz, S., Johnson, N. L. (1982). Encyclopedia of statistical sciences, Vol 2. New York: Wiley.

Lintsi, M., Kaarma, H. (2006). Growth of Estonian seventeen-year-old boys during the last two centuries. – *Economics and Human Biology*, 4(1), 89-103.

Parring, A.-M., Vähi, M., Käärrik, E. (1997). Statistilise andmetötluse algõpetus. Tartu: Tartu Ülikool.

SAS/STAT 9.2 User's Guide, Second Edition.

<http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63033/HTML/default/viewer.htm>

(08.04.2013)

Thetloff, M. (1994). Metoodika laste antropomeetrilise arengu statistiliseks analüüsiks: magistritöö. Tartu Ülikool, Tartu.

Lisad

Lisa 1. Poiste 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Tabel 13. Poiste kehapikkuse miinimum- ja maksimumväärtused ning 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Vanus	Min	Max	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
6	113,5	137,0	114,6	119,0	122,0	126,0	129,0	133,0	136,0
7	111,5	150,0	119,0	122,0	126,0	129,5	133,5	137,0	140,0
8	114,0	155,5	122,5	126,5	130,0	133,5	138,0	141,0	145,0
9	119,0	162,0	128,5	132,0	135,5	140,0	144,0	148,0	152,0
10	126,0	165,0	132,0	136,5	140,0	144,3	149,0	153,0	156,0
11	129,9	175,6	138,3	142,5	146,5	151,0	156,0	160,5	165,5
12	134,0	183,5	142,0	147,0	150,5	155,5	161,5	167,5	171,5
13	140,0	193,0	150,0	154,4	159,0	166,0	171,5	177,0	181,3
14	142,7	195,0	153,5	158,5	163,9	170,0	175,4	181,0	185,9
15	151,5	200,0	162,0	167,0	172,0	177,0	182,0	185,5	190,0
16	154,5	200,0	165,5	170,0	174,0	178,5	183,2	188,0	192,0
17	162,0	202,0	169,0	173,0	177,0	180,5	185,0	189,0	192,0
18	160,0	200,1	169,0	173,0	177,0	181,2	185,2	190,0	194,0
19	166,4	198,0	168,5	175,0	178,0	183,0	187,0	192,0	194,0

Tabel 14. Poiste kehakaalu miinimum- ja maksimumväärtused ning 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Vanus	Min	Max	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
6	18,0	41,0	19,0	20,0	23,0	24,9	27,5	30,3	39,0
7	13,3	49,0	21,0	22,5	25,0	27,4	31,0	35,0	40,0
8	19,5	55,5	22,5	24,6	26,5	29,2	33,0	39,0	45,0
9	19,0	63,0	25,0	27,3	30,0	33,0	38,0	45,0	52,4
10	24,9	65,0	27,0	29,2	32,7	36,8	43,0	53,0	60,0
11	26,0	84,0	30,0	33,0	36,5	41,0	48,0	57,0	67,2
12	25,1	84,0	32,0	35,5	39,0	44,6	54,0	60,7	69,0
13	28,0	95,5	37,3	41,0	46,0	53,5	61,8	72,0	81,0
14	29,7	98,5	39,4	45,0	50,1	58,0	66,0	73,0	84,9
15	35,8	103,0	47,2	53,0	58,5	65,0	72,0	80,0	91,0
16	40,0	104,0	51,0	54,8	60,3	66,6	74,0	82,0	90,8
17	47,0	107,0	54,0	59,0	63,6	70,3	77,0	85,0	97,2
18	47,0	110,0	56,3	61,5	66,2	73,0	80,0	89,6	99,6
19	50,0	104,0	57,0	63,0	67,6	74,0	79,5	86,5	92,2

Lisa 1 järg

Tabel 15. Poiste kehamassiindeksi miinimum- ja maksimumväärtused ning 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Vanus	Min	Max	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
6	12,50	22,38	13,19	14,03	14,96	15,75	16,77	18,31	21,75
7	8,79	24,82	13,82	14,49	15,26	16,32	17,82	19,79	22,17
8	12,08	26,02	13,70	14,49	15,36	16,39	17,86	20,51	23,00
9	10,74	27,74	14,08	14,87	15,76	17,05	18,89	21,28	24,23
10	13,13	28,15	14,29	15,14	16,08	17,60	19,72	23,68	25,92
11	13,04	31,18	14,57	15,48	16,45	18,05	20,11	23,32	27,48
12	12,72	30,70	14,89	15,69	16,88	18,36	20,69	24,16	26,83
13	12,91	31,62	15,53	16,52	17,70	19,38	21,45	24,44	27,64
14	14,19	31,12	15,76	16,90	18,14	19,63	21,96	24,57	27,68
15	14,28	31,67	16,72	17,88	19,03	20,63	22,41	24,77	28,08
16	15,27	30,94	16,73	18,20	19,27	20,73	22,64	24,76	27,87
17	15,27	32,43	17,63	18,62	19,87	21,42	23,42	25,62	29,25
18	16,07	33,46	17,81	19,27	20,53	22,06	24,10	26,47	29,08
19	15,87	30,30	17,99	19,28	20,30	22,02	23,65	25,31	27,28

Lisa 2. Tüdrukute 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Tabel 16. Tüdrukute kehapiikkuse miinimum- ja maksimumväärtused ning 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Vanus	Min	Max	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
6	111,0	139,0	112,3	117,0	120,5	123,5	128,0	130,5	135,0
7	110,5	146,5	118,0	121,0	124,5	128,0	132,0	135,5	138,5
8	115,3	148,8	121,5	125,5	129,0	133,0	136,6	140,5	144,0
9	121,0	162,0	127,5	131,4	135,0	139,0	143,5	148,0	152,5
10	120,5	172,0	132,0	136,0	140,0	145,0	150,0	155,0	160,0
11	128,5	175,0	138,0	143,0	147,0	152,0	157,0	161,3	166,5
12	134,0	173,0	145,0	148,5	152,8	158,0	162,5	166,5	169,2
13	141,0	183,5	151,0	155,0	159,0	164,0	168,0	171,0	175,0
14	143,5	185,0	153,2	156,5	161,0	165,3	169,5	173,8	177,5
15	149,3	188,0	156,0	159,5	163,0	167,0	171,0	175,0	178,0
16	149,5	189,0	155,5	159,5	163,4	168,0	172,0	175,5	179,0
17	150,0	188,0	157,0	161,0	165,0	168,5	172,6	176,0	179,0
18	149,0	184,0	157,0	161,0	164,0	168,0	172,0	175,5	179,2
19	152,5	181,5	156,8	160,0	164,0	169,0	172,0	176,0	179,0

Tabel 17. Tüdrukute kehakaalu miinimum- ja maksimumväärtused ning 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Vanus	Min	Max	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
6	18,0	34,0	19,1	20,0	22,0	24,0	26,0	30,0	33,0
7	15,8	44,5	19,9	21,5	23,6	26,4	29,7	34,0	38,0
8	18,0	47,4	22,0	23,5	26,0	28,5	33,0	38,0	43,0
9	16,5	57,0	24,0	26,5	29,0	32,5	38,0	43,4	49,5
10	20,4	69,0	25,3	28,0	31,0	36,0	42,0	51,3	58,0
11	21,0	75,5	29,2	32,5	36,8	41,8	48,4	56,0	64,0
12	26,0	80,7	32,5	36,0	40,2	46,0	53,5	61,0	70,0
13	30,0	87,0	37,4	42,0	46,5	52,5	59,0	66,0	75,0
14	33,2	87,2	40,0	44,0	48,0	54,0	61,9	70,0	77,0
15	32,7	91,2	44,5	48,3	52,0	57,5	64,0	70,0	79,0
16	35,5	88,5	45,0	49,0	53,0	58,0	64,0	70,0	77,0
17	43,0	91,5	47,8	51,0	54,9	59,8	65,7	71,5	80,3
18	41,0	93,0	46,4	50,0	54,0	59,7	66,0	72,5	82,3
19	44,5	88,6	46,5	51,0	55,0	60,0	67,0	75,0	82,2

Tabel 18. Tüdrukute kehakaalu miinimum- ja maksimumväärtused ning 3-, 10-, 25-, 50-, 75-, 90- ja 97-protsentiilid vastavalt vanusele

Vanus	Min	Max	p3	p10	p25	p50	p75	p90	p97
6	12,39	21,29	13,48	14,01	14,65	15,58	17,01	18,40	19,87
7	10,33	23,89	13,14	14,00	14,92	15,93	17,52	19,42	21,69
8	11,42	25,13	13,44	14,20	15,09	16,19	18,06	20,12	22,33
9	8,86	26,66	13,63	14,55	15,48	16,71	18,74	21,07	23,23
10	12,57	27,78	13,97	14,65	15,52	17,08	19,48	22,28	24,77
11	11,19	29,34	14,33	15,20	16,23	17,98	20,07	22,81	25,71
12	12,96	29,36	14,68	15,71	17,00	18,55	20,59	23,32	26,17
13	12,98	31,22	15,19	16,53	17,69	19,49	21,59	24,03	26,89
14	14,18	31,25	15,58	16,85	17,89	19,64	21,97	24,65	27,48
15	13,35	31,44	16,49	17,63	18,90	20,50	22,59	24,68	27,39
16	13,61	30,09	16,75	17,93	19,09	20,57	22,41	24,46	26,96
17	15,89	30,86	17,42	18,36	19,49	21,00	22,78	24,83	28,07
18	15,37	31,14	17,07	18,14	19,49	21,08	22,87	25,21	27,78
19	16,96	30,45	17,60	18,47	19,83	21,20	23,18	25,58	27,73

Lisa 3. Poiste ja tüdrukute pikkuse, kaalu ja KMI aritmeetilised keskmised aastatel 1956-1996

Tabel 19. Tüdrukute ja poiste keskmine pikkus aastatel 1956-1967, 1978, 1985-1989 ja 1996 (Grünberg jt, lisa 3)

Vanus	Poisid				Tüdrukud			
	1956-1967	1978	1985-1989	1996	1956-1967	1978	1985-1989	1996
6	-	-	116,5	120,58	-	-	115,7	119,89
7	121,9	124,7	124,3	124,29	120,8	123,8	123,1	123,61
8	126,7	129,8	128,5	129,17	125,7	129,1	127,9	128,19
9	131,7	135,1	135,2	134,57	130,6	134,1	132,9	133,76
10	136,6	140,2	140,0	139,69	135,7	139,7	138,9	139,60
11	141,4	145,4	144,6	144,92	141,4	145,6	144,5	144,66
12	146,2	150,6	149,6	150,94	147,5	151,8	151,1	151,79
13	151,4	156,5	156,0	156,82	152,7	157,6	156,0	158,14
14	157,3	163,0	162,6	163,79	157,3	162,3	162,1	162,94
15	163,8	170,0	169,7	170,82	159,9	164,1	164,7	164,93
16	168,9	174,9	175,4	175,73	161,2	165,2	165,8	166,58
17	172,2	177,8	177,9	178,52	162,2	166,0	166,3	167,40
18	174,1	179,6	179,0	179,92	162,5	166,9	166,5	167,62

Tabel 20. Tüdrukute ja poiste keskmine kaal aastatel 1956-1967, 1978, 1985-1989 ja 1996 (Grünberg jt, lisa 3)

Vanus	Poisid				Tüdrukud			
	1956-1967	1978	1985-1989	1996	1956-1967	1978	1985-1989	1996
6	-	-	21,2	22,66	-	-	20,9	22,07
7	24,0	24,6	24,7	24,35	23,3	24,0	23,9	23,81
8	26,2	27,3	26,7	26,36	25,5	26,3	26,3	25,45
9	28,2	30,3	30,7	29,52	28,0	29,0	29,3	28,62
10	31,5	33,4	33,9	32,60	31,0	32,4	32,9	32,09
11	34,5	36,3	36,7	36,04	34,5	36,4	37,1	35,51
12	37,7	40,5	40,4	40,34	39,3	40,5	41,4	40,35
13	41,8	44,5	46,2	45,28	44,5	46,2	47,0	46,12
14	47,0	50,2	52,0	50,84	49,3	51,6	53,4	51,62
15	53,9	56,9	59,0	56,97	53,9	56,0	57,8	55,14
16	60,1	63,0	64,5	63,06	57,6	58,5	60,1	57,24
17	64,0	67,3	68,1	66,82	59,5	61,0	62,2	59,12
18	66,8	70,3	70,4	70,27	60,0	63,2	64,4	59,56

Lisa 3 järg

Tabel 21. Tüdrukute ja poiste keskmine kehamassiindeks aastatel 1956-1967, 1978, 1985-1989 ja 1996 (Grünberg jt, lisa 3)

Vanus	Poisid				Tüdrukud			
	1956-1967	1978	1985-1989	1996	1956-1967	1978	1985-1989	1996
6	-	-	-	15,63	-	-	-	15,35
7	16,15	15,82	15,99	15,72	15,97	15,66	15,77	15,55
8	16,32	16,20	16,17	15,77	16,14	15,78	16,08	15,44
9	16,26	16,60	16,80	16,24	16,42	16,13	16,59	15,92
10	16,88	16,99	17,30	16,63	16,83	16,60	17,05	16,37
11	17,26	17,17	17,55	17,06	17,26	17,17	17,77	16,83
12	17,64	17,86	18,05	17,56	18,06	17,58	18,13	17,36
13	18,24	18,17	18,98	18,20	19,08	18,60	19,31	18,32
14	19,00	18,89	19,67	18,81	19,92	19,59	20,32	19,38
15	20,09	19,69	20,49	19,37	21,08	20,80	21,31	20,21
16	21,07	20,59	20,97	20,20	22,17	21,44	21,86	20,60
17	21,58	21,29	21,52	20,59	22,62	22,14	22,49	21,10
18	22,04	21,79	21,97	21,72	22,72	22,69	23,23	21,18

Lisa 4. Metoodika rakendamine statistikapaketis SAS

Alljärgnevalt on toodud kirjeldused, kuidas käib töös kasutatud meetodite rakendamine statistikapaketis SAS. Ülevaated on kirjutatud statistikapaketi SAS kasutusjuhendi põhjal (SAS/STAT 9.2 User's Guide), kust saab vajadusel täpsemaid juhiseid tegevuskäigu kohta.

Lisa 4.1. Tsentiiisplainide graafikute joonistamine

Tunnuse tsentiiisplainide joonistamiseks tuleb kõigepealt leida protsentiiilide väärtused iga vanuserühma jaoks. Selleks saab kasutada protseduuri *univariate*. Vajalikud protsentiiilid koos nende nimedega saab täpsustada *output* lauses parameetritega *pctlpts=<protsentiiilid>* ja *pctlpre=<nimetus>*. Näiteks andmestiku *poisid* tunnuse *kaal* 3-, 10-, 25-, 75-, 90- ja 97-protsentiiilid tunnuse *vanusgr* iga väärtuse korral saab arvutada järgmise programmiga:

```
proc univariate data=poisid;
    var kaal;
    by vanusgr;
    output out=protsentiiilid pctlpts=3,10,25,50,75,90,97
           pctlpre=kaal_p;
run;
```

Saadud tulemused on salvestatud väljundfailis *protsentiiilid* nimedega *kaal_p3*, *kaal_p10*, *kaal_p25*, *kaal_p50*, *kaal_p75*, *kaal_p90* ja *kaal_p97*.

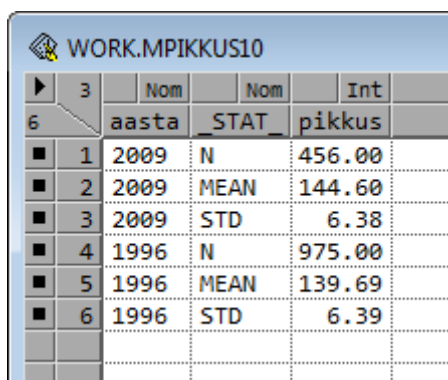
Graafikute joonistamiseks saab kasutada protseduuri *gplot*. Etteantud punktide ühendamiseks kuupsplainidega tuleb lause *symbol* juures teha täpsustus *interpol=spline*. Näiteks, olgu failis *andmestik* arvutatud protsentiiilid *p3*, *p10*, *p25*, *p50*, *p75*, *p90* ja *p97* tunnuse *vanusgr* iga väärtuse jaoks. Sel juhul programm esialgse joonise tegemiseks oleks järgmine:

```
proc gplot data=andmestik;
    symbol1 interpol=spline;
    plot p3*vanusgr=1 p10*vanusgr=1 p25*vanusgr=1 p50*vanusgr=1
         p75*vanusgr=1 p90*vanusgr=1 p97*vanusgr=1 /overlay;
run;
quit;
```

Tähtis on lisada *plot* lauses valik *overlay*, et kõik graafikud tehtaks samale joonisele. Tulemuseks on tunnuse ajalise arengu iseloomustavad tsentiiisplainid.

Lisa 4.2. T-test keskväärtuse, standardhälbe ja valimimahu põhjal

On teada kahe uuringu kohta kolm arvkarakteristikut: keskväärtus, standardhälve ja valimimaht. Esiteks tuleb luua ühine andmestik, mis sisaldab mõlema uuringu andmeid. Formaat, milline see välja peaks nägema, on toodud joonisel 11. Tunnus *_STAT_* sisaldab endas statistikute nimesid ja *aasta* on kahetasemeline tunnus, mis näitab kumma valimi statistikuga on tegemist. Oluline on, et ingliskeelsed muutujate nimed oleksid täpselt sellisel kujul nagu joonisel näha, vastasel juhul ei tunne programm neid ära ja väljastab veateate.



	3	Nom	Nom	Int
6	aasta	STAT	pikkus	
■ 1	2009	N	456.00	
■ 2	2009	MEAN	144.60	
■ 3	2009	STD	6.38	
■ 4	1996	N	975.00	
■ 5	1996	MEAN	139.69	
■ 6	1996	STD	6.39	

Joonis 11. SAS-andmestiku näide t-testide tegemiseks

Seejärel saab juba teostada t-testi tavapärase süntaksiga:

```
proc ttest data=mpikkus10;  
    class aasta;  
    var pikkus;  
run;
```

Lause *class* määrab ära muutuja, mille järgi eristatakse kahte võrreldavat gruppi, antud juhul *aasta*. Käivitades programmikoodi, väljastatakse t-testi tulemused. Saadud tulemuste põhjal saab otsused teha ühe vanusegrupi erinevuste kohta. Kõigi ülejäänud vanuste jaoks tuleb teha analoogilised andmestikud ja protsessi korrata. Märkusena olgu lisatud, et arvkarakteristikute põhjal ei saa siiski alati t-testi teha, näiteks sõltuvate üldkogumite korral aktsepteerib programm sisendina ainult valimite väärtuseid.

Lihlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina _____ Erik Salm _____

(*autori nimi*)

(sünnikuupäev: _____ 16.03.1990 _____)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihlitsentsi) enda loodud teose
Eesti laste kasvukõverad

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on _____ Ene Käärik _____,

(*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 alates **06.20.2018** kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

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

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

Tartus, _____ 06.05.2013 _____ (*kuupäev*)