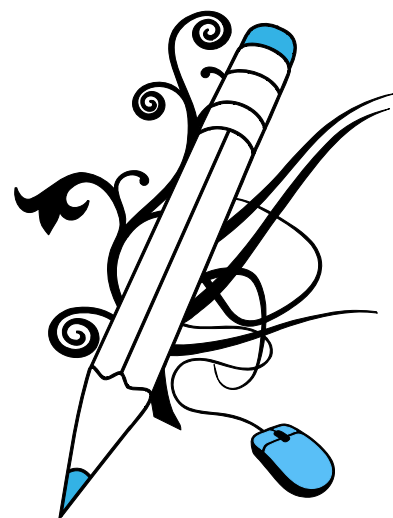
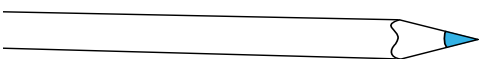




МОДУЛ 3: Антропометрия

Сесия 1: Въведение в детската антропометрия



СЪДЪРЖАНИЕ

ЦЕЛИ.....	3
ЧАСТ 1: ДЕТСКА АНТРОПОМЕТРИЯ	3
Разнообразие в размерите на тялото.....	4
Човешки различия	5
Дизайн, съобразен с различията	5
Нормално разпределение	5
Персентил.....	6
Растеж на децата	8
Необходимост от статична и динамична антропометрия	9
ЧАСТ 2: ПОЛУЧАВАНЕ И ИЗМЕРВАНЕ НА АНТРОПОМЕТРИЧНИ ДАННИ	10
Протоколи	10
Мерни системи.....	12
Тяло	16
Ходила	17
КЛЮЧОВИ ИДЕИ.....	18
ЛИТЕРАТУРА.....	20

ЦЕЛИ

Целите на тази сесия са:

- Да ви запознае с дефиницията на антропометрията и важноста ѝ за дизайна на продуктите.
- Да определи основните причини за различията в телесните мерки сред децата.
- Да опише основните статистически понятия, свързани с приложението на антропометрията.
- Да се научите да изчислявате процентните стойности на антропометричните мерки, които показват нормално разпределение.
- Да научите основните айтеми, участващи в протоколите от антропометричните измервания.
- Да ви запознае с техническите инструменти, които може да се използват за получаването на антропометричните размери.

ЧАСТ 1: ДЕТСКА АНТРОПОМЕТРИЯ

Антропометрията изучава формата и големината на човешкото тяло; занимава се със знанията и техниките, които са необходими за:

- измерване на размерите на човешкото тяло
- статистически анализ на базата данни на индивидите с цел генериране на данни, които са представителни за популационните групи

Антропометрията на едно тяло включва:

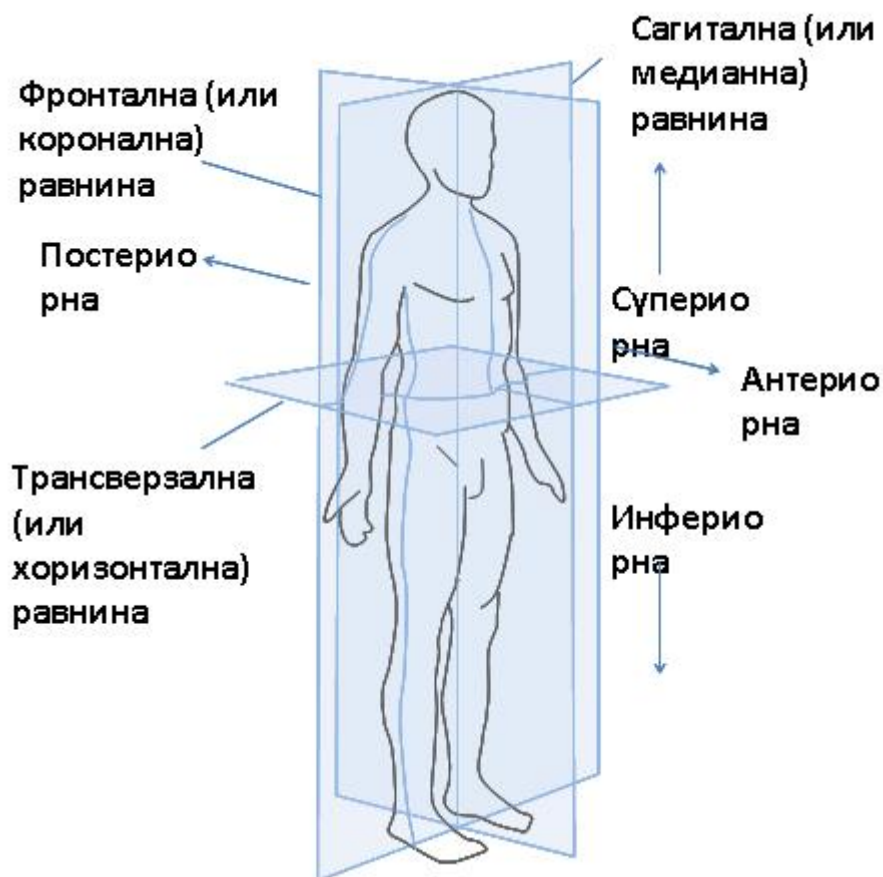
- *Мерки*: външните размери на частите от тялото, включително дължини, обиколки, диаметър и маса
- *Пропорции*: това са индекси, обикновено съотношението между две части на тялото. Използват се, за да характеризират формата на тялото.

Антропометрията улеснява количествената информация за физическите характеристики на децата, които са от голямо значение за дизайнерите и производителите на детски продукти. Ако разполагаме с тези данни, можем да приспособим дизайна на продуктите към по-голямата част от населението, за което са предназначени.

Първото есе по антропометрия

Vier Bücher von menschlicher proportion от германския художник Албрехт Дюрер е публикувано в Нюрнберг през 1528 г. Тази творба, написана, илюстрирана и изработена по дизайн на Дюрер, с дървени гравюри буквално на всяка страница, е

първата книга, която разглежда проблемите на сравнителната и диференциалната антропometрия. В това изследване на предмета Дюрер е повлиян от класическите естетически трактати на Вилар де Онекур, Витрувий, Алберти и Да Винчи; но изследването на Дюрер на различните човешки физики - дебел, слаб, висок, нисък, бебе, дете и възрастен, е напълно оригинално. Това е първото произведение, което разглежда проблемите на сравнителната и диференциалната антропometрия.



Фигура 1. Равнини на тялото и антропометрични посоки

РАЗНООБРАЗИЕ В РАЗМЕРИТЕ НА ТЯЛОТО

Правилният дизайн на един продукт се нуждае от надеждни данни за размерите на тялото, имащи отношение към дизайна. Но трябва да се вземат предвид различията в размерите на тялото сред децата от дадена възраст, за да се изработи дизайн на продукти, приспособени към голямата част от популацията. Тъй като не е възможно да се получат данни за цялата популация, се измерват произволни извадки от потребители, за да се създадат полезни за дизайна бази данни.

- Групата индивиди, които изграждат базата данни, трябва да бъде представителна за целевия пазарен сегмент.
- Трябва да се вземат предвид следните фактори на разнообразието в размерите:
 - о Пол



- o Възраст
- o Етнос и националност

В Част 2 е описан процесът, който трябва да се следва при генериране на представителни бази данни с антропометрични мерки.

Човешки различия

Няма двама души, които да са напълно еднакви, включително и идентичните близнаци. Широките граници на различията представляват проблем за дизайнера. Човешките различия може да се разделят грубо в три категории (НАСА, 1978):

- 1. Интра-индивидуални:** Размерите се променят през живота на възрастния. Някои промени се дължат на остаряване и/или хранене, други са причинени от движението и/или околната среда. Лицето и тялото обикновено са асиметрични. Това може да е причината, поради която някои хора не се харесват на снимки; свикнали са да се виждат в огледало, което обръща образа.
- 2. Интер-индивидуални:** има големи различия, дължащи се на пол, етническа и расова принадлежност. Различията включват цвят на кожата, цвят на очите и косата, пропорциите на тялото и други особености.
- 3. Вековни различия:** Промени настъпват от едно поколение в друго, поради различни причини. Но тъй като темпът на тези промени е сравнително бавен, те имат ограничено въздействие върху дизайна.

Дизайн, съобразен с различията

При продукта, който е серийно производство (т.е. не е предназначен само за един човек), е невъзможно да се знаят всички специфични характеристики на всеки индивидуален бъдещ потребител. Поради това трябва да се измери произволна извадка от потенциалните бъдещи потребители, за да може да се направи оценка на (промяната в) размерите на цялата популация.

Има различни стратегии за разглеждане на различията в размерите в рамките на една целева група:

- Дизайн за конкретна стойност: средна за популацията, най-високи или най-ниски стойности
- Дизайн на регулируеми продукти, които може да променят формата и/или размерите си

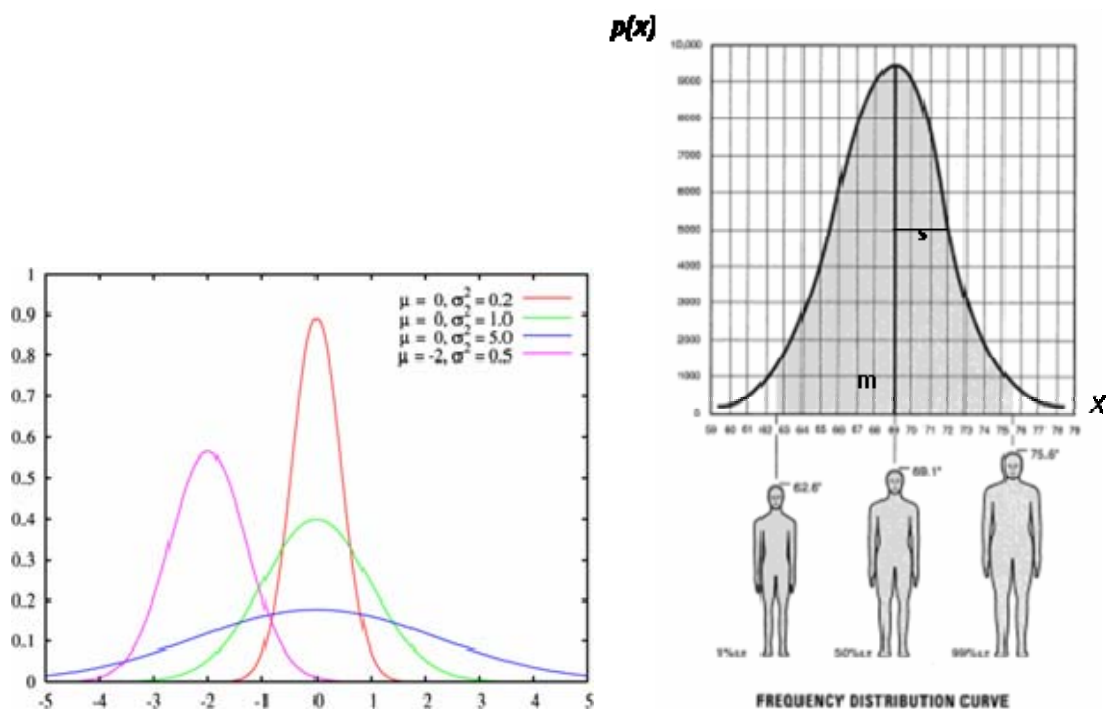
Повечето антропометрични графики представят данни, за които се смята, че отговарят на **нормалното разпределение**. Ще обясним основни понятия, свързани с този вид разпределение, известно още като разпределение на Гаус.

Нормално разпределение

Вероятно всеки има повече или по-малко знания относно нормалното разпределение и понятие относно важната роля на този вид разпределение в сферата на статистиката. Това е така, понеже повечето наблюдения на регистрирани събития имат този вид разпределение на вероятността и това се е превърнало в същността на много статистически понятия и методи. Както ни е известно, честотното разпределение на нормалното разпределение има формата

на камбана, която съответства на една формула. Това е симетрично разпределение и асимптотично с хоризонтална ос (Пейдж, А., 1997).

Популация, която показва този вид разпределение, може да се характеризира с два параметъра: **средна (m)** или централна стойност и **стандартно изменение (s)**, което представлява измерване на разпространението около централната стойност.



Фигура 2. Различни форми на нормалното разпределение (вляво) и основни параметри (вдясно)

Персентил

Средната стойност и стандартното отклонение обаче не се прилагат пряко в дизайна на продукта. Например, когато правим дизайн на една врата, не ни интересува средната височина на популацията, а височината на най-високите хора. Поради това понятието персентил е много важно за антропометричните мерки. Персентилът обозначава този процент от популацията, който е обхванат от определена мярка. Например, 95^{ти} персентил означава, че 95% от популацията има ходило, по-тясно от тази стойност.



n% от населението има стойност на телесен размер, по-ниска или равна на даден персентил p_n .

В случай на телесен размер, при който 50^{ти} персентил е 1000 mm, половината население е с височина над тази стойност, а другата половина - под нея.

Повечето антропометрични таблици представят не само средната стойност (m) и стандартното отклонение (s), но също и някои полезни персентили, които може да



се използват при дизайна на даден продукт. Най-често това са p5 (което се смята за най-ниската стойност от един размер), p50 (средна стойност) и p95 (най-високата стойност).

Всеки друг перцентил може да се изчисли, ако знаем средната стойност (m) и стандартното отклонение (s) на населението, което е с нормално разпределение, по следната формула:

$$X_p = m + z \cdot s$$

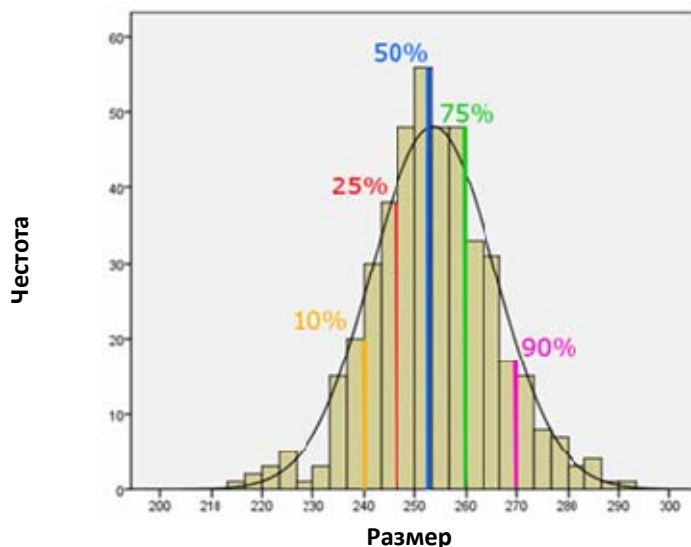
Където:

- X_p е средният перцентил p от телесен размер X
- m е средната стойност, която характеризира телесния размер
- s е стандартното отклонение
- z е коефициент, който зависи от перцентила, който трябва да се изчисли

В следната таблица са включени някои от коефициентите z за някои перцентили:

Z коефициент (нормално разпределение) за изчисление на перцентилите							
P	Z	P	Z	P	Z	P	Z
0,5	-2,58	25	-0,67	55	0,13	85	1,04
1	-2,33	30	-0,52	60	0,25	90	1,28
5	-1,64	35	-0,39	65	0,39	95	1,64
10	-1,28	40	-0,25	70	0,52	99	2,33
15	-1,04	45	-0,13	75	0,67	99,5	2,58
20	-0,84	50	0,00	80	0,84		

Доколкото нормалното разпределение е симетрично и центрирано в средната стойност, перцентилите също са симетрични по отношение на 50-ия перцентил. Така например коефициентът за 5-ия перцентил е равен на този за 95-ия перцентил, но с отрицателен знак. Коефициентът за 50-ия перцентил е нула, тъй като тази стойност е равна на средната.



Фигура 3. Нормално разпределение на антропометрична променлива и няколко персентила от размера

Пример

Интерпретация на антропометричните данни

Искаме да научим дължината на ходилото на 20-ия и 80-ия персентил от испанските деца на възраст между 1 и 5 години. Тъй като дължината на ходилото влиза в нормално разпределение $N(m, s)$, което отговаря на следните характеристики (162.7; 18.5) мм, можем да изчислим персентилите с помощта на формулата.

РЕШЕНИЕ:

За p_{20} имаме $z = -0.84$

За p_{80} имаме $z = 0.84$

Ако приложим уравнението:

- $x_{20} = 162.7 - (0.84 \cdot 18.5) = 147.2$ мм
- **$x_{80} = 162.7 + (0.84 \cdot 18.5) = 178.2$ мм**

20% от децата на възраст между 1 и 5 години имат ходило, което равно на или по-малко от 147.2 мм, а при 80% е по-малко или равно на 178.2 мм. Тогава може да се каже, че **20% от испанските деца на възраст между 1 и 5 години имат ходило, по-дълго от 178.2 мм.**

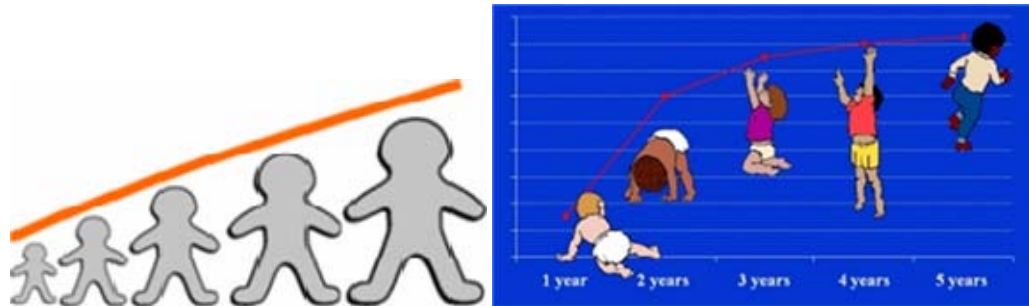
РАСТЕЖ НА ДЕЦАТА

Детският растеж означава увеличаване на размера на цялото тяло и промяна в телесните пропорции. Темпът на растеж през детството намалява. В началото на пубертета може отново да се наблюдава засилен растеж, който води до достигане на максималната височина на възрастен индивид.

Растежът на децата е тясно свързан с увеличаването на техния размер, но също така включва промени във функционалните и моторни способности.

Физическото развитие на децата се проявява като увеличение на размера на тялото. Това увеличение е огромно през феталния стадий, но остава забележимо и след раждането. Темпът на растеж през детството намалява. В началото на пубертета може отново да се наблюдава засилен растеж, който води до достигане на максималната височина на възрастен индивид. През последните години от зрялата възраст достигнатата височина бавно намалява (Танер, 1990).

Растежът се отнася не само до цялото тяло, но също и до отделни части на тялото. Съотношението на растежа варира в зависимост от частта. Поради тази причина формата на движението еволюира с възрастта.



Фигура 4. Еволюция в растежа през детството

Като цяло разнообразието в антропометричните променливи нараства с възрастта, което означава, че с растежа разликите между индивидите на една и съща възраст стават все по-големи. Това увеличеното разнообразие включва повишено застъпване между възрастовите групи. Например, височината на 7-годишно дете може да е по-голяма от височината на 9-годишно дете.

Следователно е по-трудно да се направи дизайн на продукт, който да е подходящ за всички деца от по-голяма възрастова група, тъй като разликите в способностите и размерите са по-големи; в този случай трябва да се предлагат продукти, които са с различни размери или са много регулируеми.

Поради това от гледна точка на физическото взаимодействие дете-продукт е по-желателно да се изработват дизайни на продукти за деца, групирани по-скоро според физическите променливи, вместо по възраст, например, ръст или телосложение.

НЕОБХОДИМОСТ ОТ СТАТИЧНА И ДИНАМИЧНА АНТРОПОМЕТРИЯ

За по-голямо удобство, традиционно измерваме размерите на човешкото тяло и статичната телесна сила, докато човек стои неподвижно в определена поза. В реалния живот обаче децата играят, вървят и седат, като непрекъснато сменят положението на тялото. Човешкото тяло е предназначено за движение, следователно ние също трябва да проектираме нашето оборудване и задачи за движение.

Антропометрията се дели на две области на приложение:

- Структурна, която се занимава с размерите на човешкото тяло в стационарно положение.
- Функционална, която описва границите на движението на отделните части на тялото.

Изправеното положение вероятно е най-често използваният шаблон, преди всичко защото дизайнерът лесно може да го визуализира и използва като дизайнерски образец. За да оценим размера или силата на тялото на едно лице, като цяло е най-добре да следваме стандартните антропометрични процедури, за да може да сравним индивидуалната структура с данните за популацията.

Нови 3D техники може да променят измервателните процеси, съхранението на данни и използването на антропометрични данни в близко бъдеще.

Очаква се промените в пропорциите на тялото да повлияят на телесното поведение. Дизайнът за влизане в подходящи двигателни граници вместо фиксирани положения не е труден. Известни степени на свобода на движението се прилагат към ставните връзки в човешкото тяло.

Голямата гъвкавост на костните структури и широкото разнообразие от възможни движения и позиции са характерни за детското тяло. Например, обувните артикули трябва да може да се нагодят към него, като винаги оставят място за движение, същевременно осигурявайки здраво прилягане.

Дизайнът за движение започва чрез установяване на действителните граници на движенията. Удобните движения може да се струпват около средната мобилност на една телесна става, но често са близки до нейните предели.

ЧАСТ 2: ПОЛУЧАВАНЕ И ИЗМЕРВАНЕ НА АНТРОПОМЕТРИЧНИ ДАННИ

ПРОТОКОЛИ

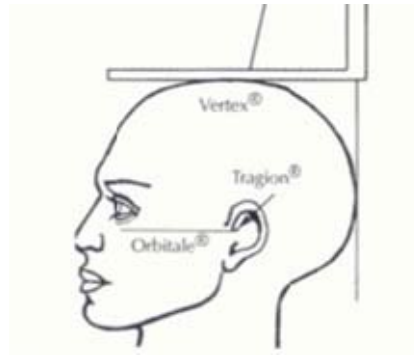
В зависимост от възрастта на децата трябва да се използват различни измервания и протоколи. Процесът на растеж и стадият на растеж са важни за определяне на метода за измерване.

Децата може да стоят и седят без чужда помощ от 2-годишна възраст, но методите за измерване трябва да имат предвид, че мерките на по-малките деца се вземат в легнало положение.

Определянето на методите за измерване на антропометричните размери на децата се базира на съществуващите методи, за да можем да получим данни, сравними между различните изследвания.

Мерките обикновено се вземат в препоръчителните пози седеж или стоеж, според стандартната дефиниция.

Началната точка на **стоежа** е когато човек застане напълно изправен в свободно пространство, с глава във **Франкфуртската равнина**. Последното означава, че долният ръб на лявата орбита и горният ръб на външната кухина (трагион) на двете уши лежат в хоризонтална равнина.



Фигура 6. Франкфуртска равнина

На детето не се позволява да застава до стената, тъй като тази позиция е по-малко "естествена". Вместо това на детето се казва да застане право и да гледа в точка, намираща се на нивото на очите му. След това трябва да се направят малки корекции в положението на лицето.

В **седнало положение** ъглите между съответните части са 90° . Тази поза може да се постигне чрез поставяне на детето в стол за измерване: кубичен стол с регулируема облегалка и поставки за краката. Поставките се нагласят така, че детето да заеме нужната поза.



Фигура 6. Седалка с регулируема височина на поставката за крака

При ежедневните условия в училище, в градината или вкъщи децата не стоят и седят в тези стандартни позиции по естествен начин. Поради това ние трябва да променим размерите, взети от тялото в измервателните пози, така че да отразяват реалните положения. Положенията обаче може да варират много; поради това дизайнерът трябва да изчисли корекциите, които се прилагат към очакваните позиции за всяко приложение. Модул 4 от този курс ще обясни по-подробно този въпрос, приложен към конкретни продукти.

Мерките, които може да се вземат от двете страни на тялото, се вземат от **дясната страна**. По време на измервателната сесия децата трябва да са облечени с тениска и шорти и да бъдат боси.

Сесията може да трае между 10 и 30 минути, в зависимост от съдействието на детето или съдържанието на протокола, но не трябва да трае повече от 40 минути, тъй като детето може да стане неспокойно и нервно.

Ако протоколът включва мануални измервания, измерващият екип трябва да се състои най-малко от две обучени лица: наблюдател и секретар, който вписва мерките, взети от наблюдаващия. Те трябва да преминат през програма на обучение по проекта, протоколите и използването на уредите. Освен това е важно да се обърне внимание на социалното взаимодействие с децата.

Ако мерките се вземат с помощта на 3D сканираща технология, операторът трябва да е обучен да използва специфичното устройство. В този случай сесията вероятно ще трае по-кратко, но тази методология не може да се прилага при бебета, които не могат да стоят изправени.

Най-често вземаните мерки в класическите антропометрични изследвания са представени на следните фигури и са описани в текста по-долу.

МЕРНИ СИСТЕМИ

При събирането на информация относно размера на тялото и неговите части, границите на движенията и силата - всички от които са необходими за установяване на връзката човек-продукт и свързаните с нея изисквания, се използват множество уреди. Те често са подобни на тези, използвани от инженерите за измерване на машините или от скулптурите в тяхната работа.

- **Антропометърът** е подобен на ръстомер, с разграфена скала нагоре и надолу. Най-големият се използва за измерване на неща като ръст и височина на талията. Средният по големина се използва за измерване на височината в седеж, височината на коленете, седалище до коляно и други подобни разстояния. По-малък уред се използва за измерване на чертите на лицето, размерите на ръката или ходилото.



Фигура 7. Антропометър за възрастни и деца и инфантометър за бебета.



Фигура 8. Антропометър Харпендън с пет секции.

- Разграфен плъзгащ се **калипер** се използва за измерване на широчината и гънките на тялото. Малкият се използва за измерване на части от ръката и широчината на ушите и устата, както и за определяне на широчината на бицепса и ръката.
- Разграфен **разтварящ се калипер** се използва за измерване на широчините и гънките на главата.



Фигура 9. Разтварящ се калипер.

- Специални **блок линии** измерват височината на глезените.
- Специални **кутии за измерване на ходилото** съдържат скали с размери на обувни артикули.



Фигура 10. Уреди за измерване на ходилото от Бранок, Бринк и Кларкс (от ляво надясно)

- Гъвкав **шивашки метър** се използва за измерване на обиколките на тялото и други размери, използвани при дизайна на дрехите.



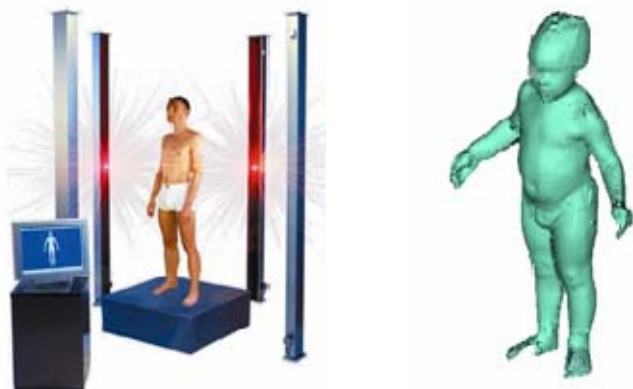
Фигура 11. Шивашки метър.

- **Шаблоните** измерват диаметрите на пръстите, а шублерите измерват диаметъра на юмрука.
- **Теглилките** измерват силата.
- **Ъгломерите** мерят ъгли.



Фигура 12. Теглилка (вдясно и в средата) и шаблон (вляво)

С използването на толкова много уреди антропометрията изразходва време и е скъпа. Напоследък измервателните техники се подобриха с добавянето на 3D дигитайзери, включително оптични скенери.



Фигура 13. 3D телесен скенер от Human Solutions

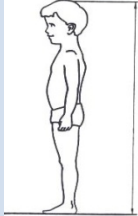
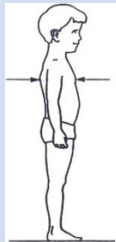
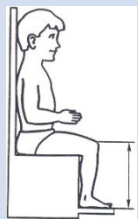
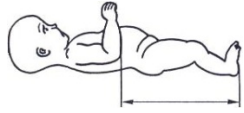
Държавите с по-голям брой население имат нужда от по-големи проби за постигане на по-голяма точност. Измерванията, получени в цялата държава, може да включват следните данни:



- Пол
- Дата на раждане (възраст)
- Място на раждане
- Потекло
- Преобладаваща ръка (дясна, лява или еднакво владение и на двете ръце)
- Демографски и икономически фактори
- Размери на обувни артикули / облекло
- Здравен статус
- Навици на купуване и хранене

Тяло

Таблицата по-долу показва някои препоръчителни измервания за различни приложения.

МЯРКА	мм	ОБОРУДВАНЕ	ПОЗИЦИЯ	ИЗОБРАЖЕНИЕ
Височина (2.2.1)		Стадиометър	Стоеж	
Външна дължина на крака (2.2.25)		Шивашки метър	Стоеж	
Дълбочина на гръдния кош (4.1.9)		Летва за измерване на бебета или антропометър	Стоеж	
Дължина от седалището до под коляното (4.4.6)		Летва за измерване на бебета	Седеж	
Дължина коляно- ходило, седнало положение (4.2.14)		Летва за измерване на бебета	Седеж	
Супинална височина на лакътя (4.1.5)		Летва за измерване на бебета		
Диаметър на		Мерителна дъска		

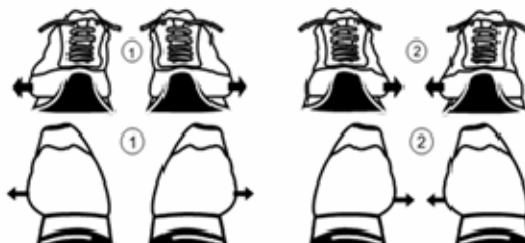
ръката		с дупки		
--------	--	---------	--	--

Ходила

По-долу са предложени някои въпроси за измерване на ходилата на деца на възраст между 1 и 3 години. Когато децата растат, костните структури се развиват и в протокола трябва да се включат повече мерки.

Протоколът отчита основно измерванията, извършени в състояние, при което ходилото е натоварено с тежестта на детето, както и когато е ненатоварено, защото има известни промени.

- Ортопедични обувни артикули? НЕ ДА Описание:
- Ортопедични стелки? НЕ ДА Описание:
- Характеристики на ходенето: Нормално Ненормално Описание:
- Ъгъл на задно ходило: (Varo, valgo, нормален, друг). Дясно ходило: Ляво ходило:
- Ъгъл на предно ходило: (Varo, valgo, нормален, друг). Дясно ходило: Ляво ходило:
- Други дефекти:
- Наблюдение на статични крака. Нормални Ненормални:
Genu varo: Genu valgo: Други:
- Тип ходило (дигитална формула):
- Износване на подметката:
- Деформация на обувката



11. МЕРКИ НА ХОДИЛАТА

НАТОВАРЕНО:							
ДЪЛЖИНА		ШИРОЧИНА		ВИСОЧИНА		ОБИКОЛКА	
1. Обща дължина на ходилото		5. Предно ходило		8. Височина на най-високия пръст		15. Предно ходило	
2. Глава на 1та метатарзална кост		6. Пета		9. 1ва метатарзална		16. Горна извивка на ходилото	
3. Предно ходило		7. Глезен		10. Предно ходило		17. Горна извивка на	



						ходилото - пета	
4. Глава на 5та метатарзална кост				11. Калканеус		18. Малеолус	
				12. Глезен		19. Пръсти	
				13. 5та метатарзална кост			
				14. 5ти пръст			

НЕНАТОВАРЕНО:					
ДЪЛЖИНА		ШИРОЧИНА		ОБИКОЛКА	
Общо		Предно ходило		Предно ходило	

КЛЮЧОВИ ИДЕИ

- Антропометрията изучава формата и големината на човешкото тяло; занимава се със знанията и техниките, които са необходими за:
 - о измерване на размерите на човешкото тяло
 - о статистически анализ на базата данни на индивидите с цел генериране на данни, които са представителни за популационните групи
- Човешките различия се дължат на три причини:
 - о Интра-индивидуални: Размерът се променя през живота.
 - о Интер-индивидуални: Разлики, дължащи се на пол и етнос.
 - о Вековни различия: Промени от едно поколение в друго.
- За да се справим с голямото разнообразие на антропометричните размери, може да приложим различни подходи:
 - о Дизайн за конкретна стойност: средна за популацията, най-високи или най-ниски стойности.
 - о Дизайн на регулируеми продукти, които може да променят формата и/или размерите си.
- Повечето антропометрични размери влизат в нормално разпределение с формата на камбана. Характеризира се със средната стойност и стандартното отклонение.
- Персентилът обозначава този процент от популацията, който е обхванат от определена мярка. Понякога персентилите са по-полезни при дизайна на един продукт, отколкото средната стойност и стандартното отклонение.
- Основните фактори, които трябва да се имат предвид при дизайна на продуктите за деца, са растежът и движението.



- При измерване на антропометричните размери на децата съдействието на детето по време на сесията е много важно, като тя трябва да трае кратко време и да се използват колкото се може по-малко инструменти.
- Правилната поза трябва да бъде стандартизирана, макар че за децата трябва да се използва най-естествената позиция на тялото.

ЛИТЕРАТУРА

Стийнбекърс, Л. П. А. (1992). *Детско развитие, дизайн и превенция на инциденти*. Факултет по индустриално проектантско инженерство. Технологичен университет Делфт

Фезант, С. (1986) *Телесно пространство*. Антропометрия, ергономия и дизайн. Тейлър и Франсис, Робинет, К.М., (2000) ЦЕЗАР измерва. Ергономия в дизайна, 8, 17-23.

Рьобък, Дж.А., (1995) Антропометрични методи: Дизайн според човешкото тяло. Санта Моника, КА: Човешки фактори и ергономично общество

Крьомер, К.Х.Е., 2006. *Необичайна ергономия*. Човешки фактори и ергономично общество.

Тейлър и Франсис, Стийнбекърс, Л. П. А и Моленбрюк, Дж. Ф. М, *Антропометрични данни на деца за потребители-неспециалисти*, Ергономия, 1990, т. 33, стр. 421-429.

Норис, Б. и Уилсън, Дж. Р. (1995). *Детски данни: Наръчник за детски измервания и способности – Данни за безопасен дизайн* (DTI/Pub 1732/2k/6/2.96 AR). Лондон: Министерство на търговията и промишлеността.

Танер, Дж. М., *От фетус в човек, Физическото развитие от зачеването до съзряването*, Преработено и разширено издание, Харвард Юнивърсити Прес, Кембридж, Масачузетс, 1990.