

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
STROJNÍCKA FAKULTA



BIOMECHANICKÁ ANALÝZA MUSKULO-SKELETÁRNEHO SYSTÉMU

Lucia BEDNARČÍKOVÁ
Bibiána ONDREJOVÁ
Jozef ŽIVČÁK

**EDÍCIA ŠTUDIJNEJ LITERATÚRY
KOŠICE 2024**

Technická univerzita v Košiciach

STROJNÍCKA FAKULTA

BIOMECHANICKÁ ANALÝZA MUSKULO- SKELETÁRNEHO SYSTÉMU

KOŠICE 2024

Predkladaná práca vznikla za spolupráce projektu KEGA 044TUKE-4/2022 - Implementácia progresívnych technológií do vzdelávania v oblasti technickej ortopédie a podporu integrácie s praxou (*Implementation of progressive technologies in prosthetics and orthotics education and support integration with practice*).

Ing. Lucia Bednarčíková, PhD.

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania

Ing. Bibiána Ondrejová

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania

Dr.h.c. mult. prof. Ing. Jozef Živčák, DrSc., MPH

Akademik UČSS

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra biomedicínskeho inžinierstva a merania

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť publikácie nesmie byť použitá na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho ohlasu autorov.

Recenzenti:

prof. Ing. Marek Penhaker, Ph.D.

doc. Ing. Jaroslav Majerník, PhD.

© Lucia BEDNARČÍKOVÁ
Bibiána ONDREJOVÁ
Jozef ŽIVČÁK

PREDHOVOR AUTOROV

Biomechanická analýza pohybového systému predstavuje kľúčový nástroj na hlbšie pochopenie mechanizmov ľudského pohybu a interakcie tela s prostredím. Umožňuje nielen optimalizáciu motorických funkcií v športe a klinickej praxi, ale aj vývoj inovatívnych riešení v oblasti technickej ortopédie, rehabilitácie a diagnostiky porúch muskuloskeletárneho systému. Merania a analýzy pohybových vzorcov majú zásadný význam pre podporu interdisciplinárneho prístupu k zlepšovaniu zdravia, výkonnosti a kvality života.

Cieľom týchto skrípt je poskytnúť systematický a ucelený pohľad na metodológiu a aplikácie biomechanických meraní v súvislosti s vybranými parametrami ľudského tela. Publikácia je rozdelená do tematických kapitol, ktoré sa zameriavajú na kľúčové oblasti, ako sú posturálna stabilita, hodnotenie držania tela, analýza svalovej aktivity, stabilometria či monitorovanie dýchacích vzorcov. V závere nechýba pohľad na pokročilé metódy, ako je videoanalýza pohybu, hodnotenie reflexov alebo analýza úchopovej sily, ktoré reflektujú súčasné trendy v biomechanickom výskume. Dôraz je kladený na aplikáciu progresívnych technológií a prístrojov, ktoré umožňujú zachytiť a spracovať biomechanické dáta s vysokou presnosťou a spoľahlivosťou.

Tieto skriptá sú primárne určené pre študentov študijného programu Protetika a ortotika a obsahujú rôzne úlohy a cvičenia, ktoré sa zameriavajú na praktické aplikácie biomechanických meraní. V skriptách sú podrobne popísané postupy pri meraní rôznych biomechanických veličín, využívajúc inovatívne prístroje a senzory. Skriptá obsahujú aj príklady z praxe, ktoré študentom pomôžu lepšie pochopiť aplikáciu týchto technológií v oblasti športu, rehabilitácie, ortopédie a ďalších technických odborov. Cieľom je poskytnúť komplexný pohľad na metodologie a aplikácie v oblasti biomechaniky, čo zahŕňa posturálnu stabilitu, hodnotenie držania tela, analýzu svalovej aktivity, stabilometriu a ďalšie kľúčové oblasti.

Autori

OBSAH

Predhovor autorov	3
Obsah.....	4
Základné zásady pre prácu v laboratóriu	6
Metodika práce s publikáciou	7
.....	9
Použité prístroje a zariadenia	9
Softvér	13
Postup práce s LabQuest 3	15
1 Analýza posturálnych funkcií.....	18
1.1 Statická analýza stoja	21
Hodnotenie držania tela	26
1.2 Ťažisko a stabilometria.....	38
Ťažisko a COP.....	43
Stabilometria	53
2 Biomechanika dýchania.....	62
Sledovania aktivity pomocných dýchacích svalov	65
Monitorovanie dýchacích vzorcov.....	71
3 Biomechanika chôdze.....	77
Videoanalýza chôdze	82
Sledovanie stojnej fázy chôdze.....	87
Sledovanie odvalovej krivky chodidla.....	91
Hodnotenie chôdze nástrojom JACKS Observational Gait Analysis	96
4 EMG analýza	101
Funkčná svalová analýza	104
EMG a svalová únava.....	109
5 Neuromuskulárne reflexy.....	115
Neuromuskulárne reflexy a svalová únava	117
6 Analýza úchopovej sily	123
Poloha končatiny a úchopová sila	126
Sila úchopu vs antropologické parametre	133
7 Videoanalýza v športe	135
Analýza balistických pohybov.....	139

Videoanalýza skoku do diaľky.....	145
Použitá literatúra.....	151

ZÁKLADNÉ ZÁSADY PRE PRÁCU V LABORATÓRIU

K základným povinnostiam osôb zdržiavajúcich sa v priestoroch laboratórií patrí dodržiavanie predpisov a pokynov vzťahujúcich sa na prácu vykonávanú týmito osobami; najmä predpisov na zabezpečenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ostatných pracovnoprávných predpisov a predpisov o ochrane proti požiarom.

Z hľadiska bezpečnosti práce je potrebné počas prítomnosti v laboratóriu dodržiavať tieto všeobecné ustanovenia:

1. Pred vstupom do laboratória je každý študent povinný poznať laboratórny poriadok a dôsledne ho dodržiavať.
2. Pri práci v laboratóriu sa treba zásadne riadiť pokynmi vyučujúceho, ktorý vedie cvičenie.
3. Každý študent je povinný udržiavať v laboratóriu čistotu a poriadok.
4. V laboratóriu je zakázané jesť, piť a fajčiť.
5. Je zakázané ukladať na pracovný stôl predmety, ktoré nie sú bezprostredne potrebné pre prácu. Taktiež na meracie zariadenia sa nesmú ukladať žiadne predmety (papiere, zošity, knihy, perá a podobne). Dbáť na to, aby bola pracovná plocha čistá a organizovaná, čím sa minimalizuje riziko úrazov, najmä pri testovaní pohybov.
6. V laboratóriu je dovolené zdržiavať sa iba v priestoroch, ktoré určí vyučujúci. Počas cvičení je každý povinný venovať sa svojim úlohám a pracovať tak, aby nerušil ostatných. Opustiť pracovisko je možné iba so súhlasom vyučujúceho.
7. Pri jednotlivých meraniach treba postupovať len podľa návodu na cvičenia. Iný postup môže povoliť iba vyučujúci. Je zakázané vymieňať prístroje a meniť pracovný postup. Akákoľvek manipulácia s prístrojmi a zariadeniami, ktoré nie sú predmetom cvičenia je zakázaná.
8. Dbáť na správnu manipuláciu s elektrickými prístrojmi, ako sú senzory, dynamometre a videoanalytické systémy, aby sa predišlo úrazu elektrickým prúdom alebo poškodeniu prístrojov.
9. Pravidelná kontrola, overenie a kalibrácia prístrojov (ako sú senzory, dynamometre, videoanalytické systémy, tlakové podložky) je nevyhnutná pre získanie presných a spoľahlivých dát. Udržiavanie zariadení v dobrom technickom stave, vrátane pravidelnej kontroly, čistenia a opravy, je dôležité pre ich dlhodobú funkčnosť.
10. Ak vznikne na prístroji resp. zariadení porucha alebo dôjde k jeho poškodeniu, sú študenti povinní prerušiť prácu na zariadení a ihneď to hlásiť vyučujúcemu; je zakázané, aby ju sami odstraňovali.
11. Pri práci s ľudskými subjektmi je nevyhnutné získať informovaný súhlas účastníkov experimentu. Účastníci musia byť informovaní o povahe experimentu, možných rizikách a použití získaných údajov. Pri získavaní a spracúvaní dát je nutné zabezpečiť ochranu osobných údajov účastníkov výskumu v súlade s platnými predpismi.

Dodržiavanie týchto zásad v laboratóriu biomechaniky je nevyhnutné pre dosahovanie kvalitných, presných a etických výsledkov, ktoré môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu biomechanických procesov a k rozvoju aplikovaných vedných oblastí ako je rehabilitácia, športová medicína či vývoj nových technológií.

METODIKA PRÁCE S PUBLIKÁCIOU

Pred začatím riešenia laboratórnych úloh je nutná domáca príprava študentov. Študenti sú na začiatku hodiny preverovaní z prípravy na cvičenie formou ústnych skúšok. Študent, u ktorého sa zistia závažné nedostatky v príprave, bude z cvičenia vylúčený. K riešeniu laboratórneho cvičenia môže študent pristúpiť až po preštudovaní návodu a na základe domácej prípravy.

Jednotlivé laboratórne cvičenia (LC) sú usporiadané do tematických oblastí. V úvode každej tematickej oblasti sú spracované základné definície a poznatky ako aj možnosti využitia jednotlivých meraní a analýz do **teoretickej časti**. V rámci jednej oblasti je pripravených viacero laboratórnych cvičení, ktoré navzájom nie sú prepojené a nie je nutné riešiť ich v uvedenom poradí. V **laboratórnom cvičení** je úvode uvedená formulácia **zadania** a cieľ definovaný na základe zadania. Ďalej je pre každú LC uvedený zoznam meracích **pomôcok** a prístrojov potrebných pre jeho realizáciu. Keďže ide v prevažnej väčšine o merania s človekom sú v LC uvedené aj **kontraindikácie** pre vykonanie merania alebo analýzy. Nasleduje **spracovanie**, kde sú uvedené informácie o počte osôb zapojených do realizácie zadania, informácie o príprave subjektu merania, polohách pre meranie a pod. V časti **vyšetrovacie metódy** sú uvedené postupy s jednotlivými krokmi uvedenými v poradí pre správne prevedenie merania a analýzy. V závere LC sú uvedené povinné prílohy a inštrukcie k vyplneniu **vyhodnotenia** zadania. Ku každému laboratórnemu cvičeniu prislúcha **formulár**, ktorý slúži na zaznamenanie dôležitých informácií o experimente, jeho postupe a výsledkoch. Pomáha študentom organizovať prácu, dokumentovať pozorovania a hodnotiť získané dáta. Obsahuje nasledujúce sekcie: názov zadania, dátum, meno študenta, zadanie, cieľ cvičenia, kľúčové slová, úlohy, meraný subjekt, meracie prístroje a pomôcky, podmienky merania, postup merania, priestor pre grafické výstupy, výsledky, diskusiu k interpretácii výsledkov, záver, prílohy a použitú literatúru. Tento formulár slúži aj na hodnotenie výkonnosti študenta a jeho pochopenie daného experimentu. Formulár nie je súčasťou tejto publikácie.

Členenie **formulára** pre laboratórne cvičenia:

Zadanie	formulácia úlohy
Cieľ	definovaný na základe zadania
Kľúčové slová	základné pojmy s ktorými sa študent stretne pre realizáciou úlohy
Úlohy	zoznam úloh
Meraný subjekt	Základné informácie o subjekte (pohlavie, vek, hmotnosť, ...)
Meracie prístroje a pomôcky	zoznam meracích pomôcok a prístrojov, typ, výroba, rozsah prístroja ...
Podmienky merania	vplyvy pôsobiace pri meraní, teplota, vlhkosť
Postup merania	jednoduché a exaktné definovanie bodov priebehu merania
Výpočty	výpočty potrebné pre realizáciu laboratórnych úloh
Výsledky	tabuľky, grafy (názov grafu, mierka, vyznačenie stupníc, jednotky)
Diskusia a záver	slovné zhodnotenie výsledkov merania, stanovisko k splneniu cieľa merania, využitie pomocných kontrolných otázok
Prílohy	fotografie, merné listy ...
Použitá literatúra	

V nasledujúcej časti sú uvedené piktogramy, ktoré sú použité pre zjednodušenie a sprehľadnenie jednotlivých častí tejto publikácie.

Piktogramy použité v teoretickej časti:

PIKTOGRAM



VÝZNAM

Sprievodca štúdiom – vstup autora do textu, doplňujúci text o ďalšie informácie

Kľúčové slová

Pojmy a definície k zapamätaniu

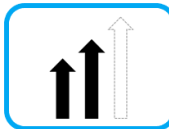
Príklad – objasnenie alebo konkretizovanie problematiky na príklade zo života, z praxe, zo spoločenskej reality a pod.

Úlohy – pri ich plnení postupuje študujúci podľa pokynov s nutnou dávkou vlastnej iniciatívy. Preverujú do akej miery študujúci text a problematiku pochopil, zapamätal si informácie a či ich dokáže aplikovať pri riešení problému. Úlohy sa približne evidujú a hodnotia.

Ďalšie námety na úlohy.

Piktogramy použité vo formulári pre laboratórne cvičenia:

PIKTOGRAM



VÝZNAM

Informácia o čase potrebnom na realizáciu laboratórnej úlohy (kompletné riešenie). Uvedená informácia je v minútach.

Informácia o počte osôb potrebných pre realizáciu laboratórnej úlohy (meraná a merajúca). Úlohu spracováva merajúca osoba.

Informácia o náročnosti laboratórnej úlohy. Tri stupne náročnosti: jednoduchá, stredná a ťažká.

Informácia o potrebe domácej prípravy a naštudovania si postupu laboratórnej úlohy.

Informácia o potrebe použitia špeciálnych pomôcok a zariadení.



POUŽITÉ PRÍSTROJE A ZARIADENIA

LabQuest 3

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Multifunkčné zariadenie na zber a analýzu dát.
- Dotykový displej s vysokým rozlíšením.
- Možnosť pripojenia viacerých senzorov (USB, Bluetooth, wifi).



Popis: Prenosné zariadenie vyvinuté spoločnosťou Vernier, ktoré slúži na zber a analýzu vedeckých dát v reálnom čase. Je určené predovšetkým na vzdelávacie účely, ako je výučba v oblastiach fyziky, chémie, biológie a ďalších prírodných vied. LabQuest 3 umožňuje pripojenie rôznych senzorov, ktoré merajú fyzikálne veličiny ako teplotu, tlak, pH, rýchlosť, koncentráciu a mnoho ďalších. Tieto merania sa zobrazujú na dotykovej obrazovke zariadenia a môžu byť uložené alebo exportované na ďalšiu analýzu.

Go Direct Force and Acceleration Sensor

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Rozsah merania síl: ± 50 N.
- Akcelerometer: ± 16 g (tri osi).
- Pripojenie: USB a Bluetooth.



Popis: Prenosný senzor vyvinutý spoločnosťou Vernier, ktorý slúži na meranie síl a zrýchlenia v rôznych experimentálnych podmienkach. Tento senzor je určený najmä na vzdelávacie účely a umožňuje študentom a vedcom merať fyzikálne veličiny, ako sú aplikačné sily a zrýchlenie objektov, čo je užitočné v experimentoch z oblasti fyziky, mechaniky a iných prírodných vied.

Go Direct Force Plate

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Rozsah: -350 do $+3500$ N.
- Typické rozlíšenie: 1 N.
- Pripojenie: USB a Bluetooth.
- Kompatibilita: Logger Pro, LabQuest 3.



Popis: Prístroj určený na meranie síl, ktoré pôsobia na povrch počas pohybu, ako je chôdza, beh alebo skoky. Tento nástroj je využívaný predovšetkým v oblasti biomechaniky, fyziky a športovej vedy na analýzu sily a rovnováhy. Force Plate umožňuje sledovať vplyv síl generovaných telesným pohybom, čo poskytuje cenné informácie o pohybových vzorcoch, dynamike a vyvážení.

Vernier Hand Dynamometer

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Rozsah: 0–600 N.
- Citlivosť: Meria jemné aj silových úchopových foriem.
- Pripojenie: USB a Bluetooth.



Popis: Prístroj určený na meranie úchopovej sily, teda sily, ktorú človek môže vyvinúť pri uchopení predmetu. Tento nástroj je často používaný v oblasti biomechaniky, rehabilitácie, fyzioterapie a športovej medicíny na hodnotenie svalovej sily rúk a prstov.

Go Direct Respiration Belt

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Rozsah: 0–50 N
- Rozlíšenie: 0,01 N.
- Čas odozvy: 50 ms
- Maximálny obvod hrudníka: 140 cm
- Pripojenie: USB a Bluetooth.



Popis: Zariadenie na meranie a monitorovanie dýchania, konkrétne pohybov hrudníka a bránice počas dýchania. Tento pás, vyvinutý spoločnosťou Vernier, je určený na sledovanie vzorcov dýchania a je bežne používaný v oblasti fyziológie, biológie, športovej medicíny a rehabilitácie.

Vernier EKG senzor

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Záznam EKG v reálnom čase.
- Senzory s povrchovými elektródami.



Popis: Zariadenie určené na meranie elektrickej aktivity srdca, známej ako elektrokardiogram (EKG). Tento senzor, vyvinutý spoločnosťou Vernier, umožňuje sledovať a analyzovať srdcové signály v reálnom čase, čo je neoceniteľné v oblasti fyziológie, biomedicíny, športovej medicíny a vzdelávania.

Vernier reflexné kladivko

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Materiál hlavy kladivka: Silikón na absorbovanie nárazu.
- Dĺžka rukoväte: Približne 20 cm pre pohodlné uchopenie.
- Senzorová kompatibilita: Spojenie so senzorom Go Direct Force and Acceleration Sensor.

Popis: Nástroj používaný v medicíne, konkrétne v neurologických vyšetreniach, na hodnotenie reflexov. Tento nástroj je určený na testovanie a stimuláciu reflexných reakcií pri neurologickom vyšetrení, ako je testovanie šľachových reflexov (napr. kolenný alebo reflex achillovej šľachy).



Podobarometer PressCam V5

Výrobca: SIDAS (Francúzsko)

Základné parametre:

- Frekvencia vzorkovania: 100 Hz.
- Rozlíšenie: Aktívna plocha: 400 mm x 400 mm.
- Rozmery aktívnej oblasti: Približne 400 x 400 mm.
- Maximálna nosnosť: Do 200 kg.

Popis: prístroj na meranie a analýzu distribúcie tlaku na chodidlách pri chôdzi alebo státí. Tento nástroj je využívaný v oblasti biomechaniky, ortopédie a rehabilitácie na sledovanie a hodnotenie statického a dynamického rozloženia tlaku na chodidlá. Týmto spôsobom poskytuje cenné informácie o tom, ako sa tlak prenáša cez chodidlá, čo môže byť užitočné pri diagnostike problémov s držaním tela, pohybovými vzorcami, zraneniami alebo ortopedickými poruchami.



Plantograf Autopodoprint Podiatech

Výrobca: Podiatech. (Taliansko)

Základné parametre:

- Systém na získanie plantogramov.
- Možnosť vytvárať šablóny pre ortopedické pomôcky.

Popis: Diagnostický nástroj na získanie rozloženia tlaku na chodidle.



Celotelový 3D skener TC² NX 16

Výrobca: TC² Labs. (NC, USA)

Základné parametre:

- Bezkontaktné skenovanie pomocou Moiré metódy.
- Export dát vo formáte OBJ pre CAD aplikácie, rozmerové parametre.

Popis: Prístroj na skenovanie celého ľudského tela, ktorý umožňuje vytvárať trojrozmerné digitálne modely. Tento typ skenera je využívaný v rôznych odvetviach, ako je móda, zdravotníctvo, biomedicína, šport a dizajn. TC² NX 16 je určený na zachytávanie podrobných geometrických a tvarových údajov o ľudskom tele, čo umožňuje presné analýzy a aplikácie v rôznych oblastiach.

Váha Carneo Vital+

Výrobca: Carneo (Slovenská republika)

Základné parametre:

- Meranie: Hmotnosť, BMI, podiel tuku a svalovej hmoty.
- Pripojenie: Bluetooth pre prepojenie s mobilnou aplikáciou.

Popis: inteligentná osobná váha, ktorá slúži na meranie telesnej hmotnosti a zároveň poskytuje rôzne ďalšie parametre týkajúce sa zdravia a telesnej kondície. Táto váha je vybavená pokročilými technológiami, ktoré umožňujú sledovať rôzne telesné hodnoty, ako je percento telesného tuku, svalovej hmoty, vody v tele, BMI (index telesnej hmotnosti) a ďalšie.



Ručný hydraulický dynamometer

Výrobca: Baseline (Fabrication Enterprises, Inc., USA)

Základné parametre:

- Jednotky: Libry (lb) a kilogramami (kg).
- Dizajn: Päťpolohová nastaviteľná rukoväť pre univerzálnosť.

Popis: Merací nástroj používaný na hodnotenie sily úchopu ruky. Tento dynamometer využíva hydraulickú technológiu na meranie maximálnej sily, ktorú je schopný človek vyvinúť pri uchopení nástroja. Tento prístroj je často používaný v rôznych oblastiach, ako je rehabilitácia, fyzioterapia, športová medicína a výskum.



Prstový dynamometer

Výrobca: SAEHAN Corporation (Južná Korea)

Základné parametre:

- Rozsah merania: 0 – 100 kg (220 lb)
- Jednotky: Kilogramy a libry
- Dizajn: Ergonomická nastaviteľná rukoväť s piatimi pozíciami na prispôsobenie rôznym veľkostiam ruky
- Funkcie: Ukazovateľ zostáva na maximálnej nameranej hodnote, kým nie je resetovaný

Popis: Merací nástroj, ktorý slúži na hodnotenie sily úchopu prstov. Tento dynamometer je vyvinutý a vyrábaný spoločnosťou SAEHAN z Kórey. Je navrhnutý na meranie sily, ktorú je používateľ schopný vyvinúť pri uchopení prstami, a často sa používa v rôznych oblastiach, ako je rehabilitácia, fyzioterapia, ortopédia a športová medicína.



SOFTVÉR

Vernier Video Analysis

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Funkcie: Analýza pohybu z videa, výpočet rýchlosti, zrýchlenia, síl.
- Kompatibilita: Videá z rôznych zariadení.

Popis: Softvérový nástroj vyvinutý spoločnosťou Vernier, ktorý umožňuje analýzu pohybov a experimentov pomocou videa. Tento softvér umožňuje používateľom analyzovať pohybové údaje zo zachytených videí a extrahovať fyzikálne veličiny, ako sú rýchlosť, zrýchlenie, dráha, či uhlové pohyby. Je určený pre vzdelávacie účely, najmä v oblasti fyziky, biomechaniky a športu.

Logger Pro

Výrobca: Vernier Software & Technology. (USA)

Základné parametre:

- Kompatibilný s Vernier zariadeniami.
- Funkcie: Grafy, videoanalýzy, export dát.

Popis: Softvér vyvinutý spoločnosťou Vernier, ktorý slúži na zber, analýzu a vizualizáciu údajov zo senzorov a experimentálnych prístrojov. Tento program je široko používaný v oblasti vzdelávania, najmä v prírodných a technických vedách, ako sú fyzika, chémia, biológia a inžinierstvo. Logger Pro umožňuje študentom a vedcom zhromažďovať dáta v reálnom čase, analyzovať ich a vytvárať grafy, tabuľky alebo správy na základe získaných výsledkov.

Autodesk Meshmixer

Výrobca: Autodesk Inc.

Základné parametre:

- Nástroje na 3D modelovanie a manipuláciu s dátami.
- Podporované formáty: STL, OBJ, a ďalšie.

Popis: bezplatný 3D modelovací softvér vyvinutý spoločnosťou Autodesk, ktorý je určený na úpravu a optimalizáciu 3D modelov. Tento program sa často používa v oblasti 3D tlače, dizajnu a digitálnych umení, kde umožňuje manipuláciu s 3D modelmi na rôzne účely, ako je úprava, spájanie, opravy a príprava modelov na 3D tlač. Meshmixer ponúka množstvo nástrojov na transformáciu a opravu 3D geometrie, čo je veľmi užitočné pri práci s modelmi, ktoré sú určené na tlač, digitálne sochy alebo ďalšie aplikácie.

APECS PRO (AI Posture Evaluation and Correction System)

Výrobca: New Body Technologies SAS.

Základné parametre:

- Hodnotenie symetrie a odchýlok od normálu.
- Generovanie vizuálnych správ vo formáte PDF.

Popis: Pokročilý systém založený na umelej inteligencii (AI), ktorý slúži na hodnotenie a korekciu držania tela. Tento systém je navrhnutý tak, aby pomáhal profesionálom v oblasti rehabilitácie, fyzioterapie a zdravia monitorovať a zlepšovať držanie tela používateľov prostredníctvom objektívneho hodnotenia a doporučení na zlepšenie pohybových vzorcov.

POSTUP PRÁCE S LABQUEST 3

Navigácia v aplikácii LabQuest

Aplikácia LabQuest ponúka prístup k obrazovkám **Meter**, **Graph**, **Table** a **Notes** prostredníctvom klepnutia na príslušné ikony záložiek.

- **Meter screen** 

Použite obrazovku **Meter** na zobrazenie aktuálnych hodnôt senzorov, konfiguráciu senzorov a nastavenie parametrov zberu dát.

- **Graph screen** 

Na obrazovke **Graph** môžete prezerať grafy vašich dát a vykonávať analýzy, vrátane prispôbovania kriviek (**curve fits**).

- **Table screen** 

Obrazovka **Table** slúži na zobrazenie dát vo forme tabuľky, tvorbu vypočítaných stĺpcov a manuálne zadávanie dát.

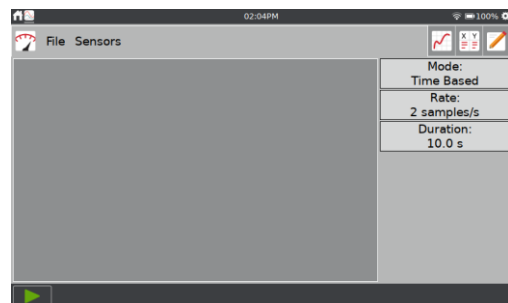
- **Notes screen** 

Na obrazovke **Notes** môžete zaznamenávať pozorovania z vášho experimentu.

Vytvorenie nového súboru/merania/projektu

Vyberte **New** v ponuke **File** na vytvorenie nového súboru v aplikácii LabQuest. Táto akcia obnoví všetky parametre zberu dát a kalibrácie senzorov na ich predvolené hodnoty. Bezdrôtové, interné a manuálne pripojené senzory budú odpojené.

Ak máte neuložené dáta, budete vyzvaní, aby ste ich uložili alebo zahodili pred pokračovaním.



Zber dát

Na spustenie zberu dát z akejkoľvek obrazovky aplikácie LabQuest klepnite na **Collect** . Počas zberu dát sa graf aj tabuľka aktualizujú v reálnom čase. Ak chcete ukončiť zber dát skôr, klepnite na **Stop** , alebo počkajte, kým sa zber údajov automaticky dokončí.

Zber viacerých meraní

- Ak chcete zbierať ďalšie dáta a prepísať existujúce dáta, klepnite znova na **Collect** .
- Ak chcete zbierať nové dáta bez prepísania predchádzajúcich, klepnite na **Store Run**  pred začatím nového zberu dát.

- Ak chcete zobraziť viacero zberov dát na rovnakom grafe, klepnite na tlačidlo **run indicator**  a vyberte možnosť **All Runs**.

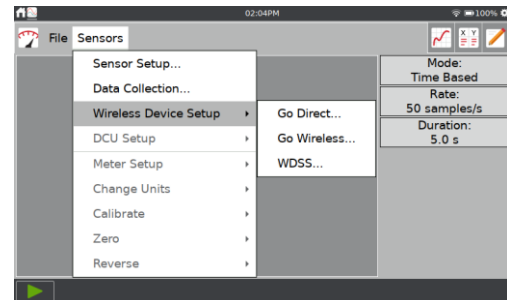
Otvorenie existujúceho súboru/merania/projektu

Vyberte **Open** v ponuke **File** na zobrazenie zoznamu súborov, ktoré ste uložili na LabQuest. Na otvorenie súboru klepnite na názov súboru a potom na **Open**.

Keď je pripojený USB flash disk, dialógové okno sa predvolene zobrazí s obrázkom súborov na vašom flash disku.

Bezdrôtové pripojenie senzorov Go Direct

Zapnite senzor, potom klepnite na požadovaný **Sensors** ► **Wireless Device Setup** a vyberte typ senzora, napríklad Go Direct. Vyberte svoj senzor zo zoznamu dostupných senzorov a klepnite na **OK**.



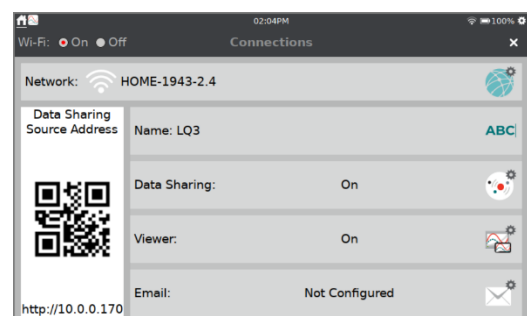
Uloženie aktuálneho súboru/merania/projektu

Vyberte **Save** v ponuke **File** na zobrazenie dialógového okna **Save As**, kde môžete klepnúť na ikonu zdroja (USB, LabQuest) na výber cieľového umiestnenia. Klepnite na pole **File name** a priradíte názov súboru.

Keď je pripojený USB flash disk, dialógové okno sa predvolene zobrazí s obrázkom súborov na vašom flash disku. Môžete kliknúť na ikonu **New Folder**, aby ste pridali ďalšie priečinky na organizovanie uložených súborov.

Pripojenie k Wi-Fi sieti

Na nastavenie LabQuest ako zdroja zdieľania dát musíte pripojiť LabQuest k Wi-Fi sieti a povoliť **Data Sharing**. Spustíte aplikáciu **Connections**, ktorá sa nachádza na obrazovke **Settings**. Overte, či je Wi-Fi zapnutá. Nájdite sieť v zozname a klepnite na názov siete, aby ste ju vybrali.

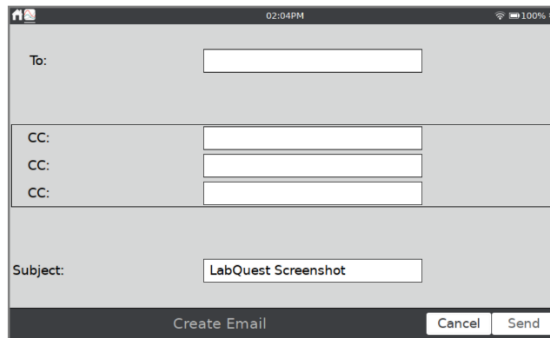


Exportovanie dát

Odosielanie súboru e-mailom z aplikácie LabQuest

1. Vyberte **Email** z ponuky **File** v aplikácii LabQuest a zvolte typ súboru, ktorý chcete odoslať e-mailom. Môžete poslať súbor vo formáte:
 - **LabQuest App file (.qmbf)**
 - **Graph file (.pdf)**
 - **Text file (.txt)**
 - **Screenshot (.png)**

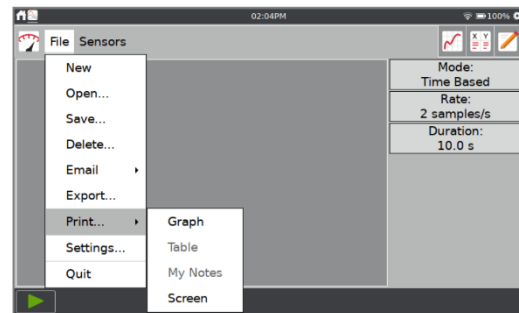
2. Zadajte e-mailovú adresu alebo adresy a klepnite na **Send** na odoslanie súboru.



Takto môžete jednoducho zdieľať dáta a výsledky z LabQuest prostredníctvom e-mailu.

Používanie funkcie Print to File

Pomocou funkcie **Print to File** môžete vytvárať **PDF** súbory obsahujúce grafy, tabuľky, poznámky alebo aktuálne zobrazenú obrazovku LabQuest. Tieto súbory môžete použiť v laboratórnych správach a vytlačiť ich z počítača.



Postup:

1. Pripojte USB flash disk k svojmu zariadeniu LabQuest.
2. Vyberte **Print** z ponuky **File** a následne zvolte položku, ktorú chcete vytlačiť (Graph, Table, My Notes alebo Screen).
3. V dialógovom okne **Print Options** nastavte ďalšie tlačové parametre:
4. Pridanie titulku (title) alebo päty (footer).
5. Tlač v odtieňoch sivej (grayscale).
6. Klepnite na **Print** na uloženie PDF súboru vášho výberu na USB flash disk.

Takto vytvorený PDF súbor môžete neskôr vytlačiť z počítača.

1 ANALÝZA POSTURÁLNYCH FUNKCIÍ



V súčasnosti, keď mnohí z nás trávajú veľkú časť dňa v statických polohách, či už sedením pri počítači, šoférovaním alebo používaním mobilných zariadení, je správna postura čoraz dôležitejšia. Postura neovplyvňuje iba to, ako vyzeráme, ale má aj významný vplyv na funkciu našich svalov, kĺbov a vnútorných orgánov. Správne držanie tela zabezpečuje optimálne rozloženie hmotnosti, čím minimalizuje nadmerné zaťaženie chrbtice a kĺbov. Tým sa predchádza bolesti chrbta, krku a iným chronickým ťažkostiam, ktoré často súvisia so zlým držaním tela. Navyše, dobrá postura podporuje správne dýchanie, zlepšuje cirkuláciu krvi a prispieva k lepšej koordinácii pohybov. Na druhej strane, nesprávna postura môže viesť k vážnym zdravotným problémom. Dlhodobé sedenie v zlej pozícii môže spôsobiť preťaženie určitých svalových skupín, čo vedie k svalovej nerovnováhe, bolestiam a v niektorých prípadoch až k degeneratívnym zmenám na chrbtici. Takéto problémy sa potom často prejavujú bolesťami hlavy, únavou alebo zníženou produktivitou. Hodnotenie postury je preto nevyhnutným krokom v prevencii a riešení týchto problémov. Toto hodnotenie umožňuje identifikovať odchýlky od normálnej postury a asymetrie tela, ktoré môžu naznačovať riziko pre vznik bolesti alebo zranení. Cieľom je navrhnúť vhodné korekčné opatrenia, ako sú cvičenia, fyzioterapeutické techniky alebo úprava pracovného prostredia, ktoré môžu zlepšiť celkové zdravie a fyzickú kondíciu jednotlivca. V dnešnej dobe, keď zlé držanie tela často spôsobuje alebo zhoršuje zdravotné problémy, je dôležité venovať zvýšenú pozornosť správnej posture a jej hodnoteniu, aby sme si zachovali dlhodobé zdravie a pohodu.

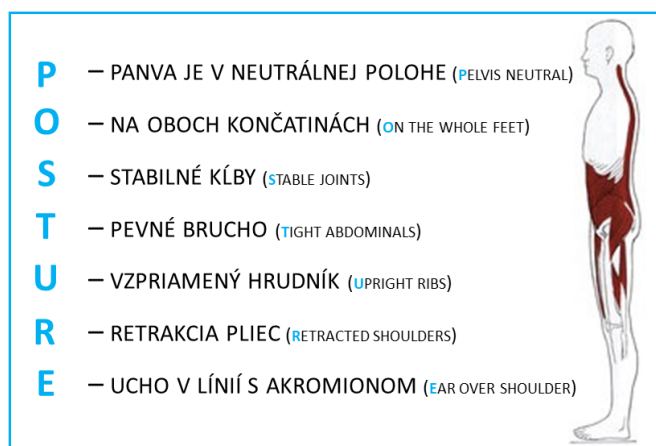


Kľúčové slová

Postura, stabilita, stabilizácia, reaktibilita, rovnováha, stoj



Postura z latinského „po-nere“ - položiť alebo umiestniť. Je to aktívne držanie tela proti pôsobeniu vonkajších síl, z ktorých má v bežnom živote najväčší význam tiažová sila. Termín popisujúci orientáciu akéhokoľvek telesného segmentu vo vzťahu k vektoru tiažovej sily, meria sa ako uhlová odchýlka od vertikálneho smeru. Na obr. 1 sú uvedené základné znaky aktívneho držania tela.



Obr. 1 Znaky aktívneho držania tela.

Atitúda je posturálna pozícia, ktorá predstavuje prednastavenie na pohyb, teda zrkadlí prípravu na pohybový zámer. Táto cielene orientovaná postura predstavuje základ pre priebeh pohybového zámeru.



Udržiavanie postury je dynamický proces riadený nervovou sústavou, ktorý musí byť funkčný v akejkoľvek posturálnej pozícii. Je to aktívne držanie tela proti pôsobeniu vonkajších síl (najmä tiažová sila), vždy vyžaduje spevnenie osového orgánu (hlava, krk a trup), je základnou podmienkou pohybu a je súčasťou akejkoľvek polohy (obr. 2), zaistená vnútornými silami, hlavne svalovou aktivitou riadenou CNS.



Obr. 2 Príklady posturálnych pozícií pri cvičení.

FUNKCIE POSTURY:

- Udržiavanie rovnováhy: udržiavať stabilitu a rovnováhu v rôznych polohách a pri rôznych aktivitách.
- Ochrana kĺbov a svalov: znižuje tlak na kĺby a svaly, čím predchádza ich preťaženiu a zraneniam.
- Efektivita pohybu: uľahčuje a zefektívňuje pohyb, znižuje únavu a zvyšuje výkon.
- Neverbálna komunikácia: môže vyjadrovať emócie a postoje, ovplyvňuje neverbálnu komunikáciu.

TYPY POSTURY:

Neaktívna postura pre odpočívanie alebo spánok, celá základná svalová aktivita je redukovaná na minimum, využíva sa pre tréning všeobecnej relaxácie.

Aktívna postura, kedy je požadovaná aktivita mnohých svalov pre jej udržanie.

- Statická postura - telo a jeho segmenty sú zarovnané v určitej pozícii, konštantný vzor postury, napr. stoj, ľah, sed.
- Dynamická postura – telo a jeho segmenty sú konštantne modifikované a reagujú na meniace sa okolnosti pre dosiahnutie výsledku pohybu, napr. chôdza, beh, skoky, hody ...

POSTURÁLNE FUNKCIE

Udržiavanie postury je dynamický proces riadený nervovou sústavou, ktorý musí byť funkčný v akejkoľvek posturálnej pozícii.

Vnútorné prostredie ľudského tela si je možné predstaviť ako nehomogénnu zmes pevných, tekutých a plyných častí, ktorú od vonkajšieho prostredia oddeľuje koža. Kvôli pohyblivému obsahu vnútorného prostredia je aj tvar tela nestály a vo vzpriamenej pozícii nestabilný. Preto nemôže byť

rovnováha vnímania ako pasívny dej, ale ako neustála aktívna korekcia pomocou alternujúcej svalovej aktivity [1].

Rozlišujeme tri druhy posturálnych funkcií:

1. **Posturálna stabilita (základná a statická).**
2. **Posturálna stabilizácia (dynamické činnosti).**
3. **Posturálna reaktibilita (rýchla reakcia na vonkajšie zmeny).**



Posturálna stabilita je schopnosť zaujať a udržať také držanie tela vzhľadom na neustále sa meniace vonkajšie alebo vnútorné podmienky, aby nedošlo k neúmyselnému pádu. Tento pojem označuje schopnosť tela udržiavať stabilné držanie a rovnováhu v statických podmienkach (napríklad pri státí) bez pohybu alebo zmeny pozície. Je to schopnosť vyvážiť ťažisko tela v rámci základne podpory (nohy), čo umožňuje minimalizovať riziko pádu a zranení. Jedná sa o komplexný dynamický dej, ktorý je výsledkom interakcie medzi motorickými, senzorickými a kognitívnymi procesmi. Základnou podmienkou stability je priemet ťažiska do opornej bázy. Biomechanicky je stabilita priamo úmerná **veľkosti opornej základne** a nepriamo **úmerná výške ťažiska**. Úroveň posturálnej aktivity vyplýva z lability danej polohy, tá je daná výškou ťažiska nad opornou bazou.[2]

Príklad: Stoj na jednej nohe pri cvičení, bez pohybu, alebo pri stoj na rovnom povrchu. Telo sa snaží udržať rovnováhu a stabilitu v tejto statickej pozícii.

Posturálnu stabilitu možno vzhľadom na vzťah s motorickým systémom rozlíšiť na pokojovú, anticipačnú a reaktívnu. Pri bežných denných činnostiach dochádza spravidla k zapojeniu všetkých troch zložiek. Túto situáciu je možné opísať na príklade, kedy sa snažíme natiahnuť pre nejaký predmet. Najprv je nutné zaujať stabilnú polohu. Následne sa aktivuje anticipačná zložka, a dochádza tak k prednastaveniu svalového tonusu, čo zaručí stabilitu počas pohybu. Reaktívny systém potom reaguje v priebehu vykonávania pohybu a koriguje rovnováhu. V konečnej fáze dôjde k opätovnému návratu do stabilnej pozície [3].



Posturálna stabilizácia – aktívne (svalové) držanie segmentov tela proti pôsobeniu vonkajších síl. Udržiavanie zdanlivo statickej polohy je zabezpečované koaktiváciou svalov, teda riadenou, kontrolovanou a synchronizovanou aktivitou agonistov a antagonistov súčasne, bez koordinovanej svalovej aktivity by sa kostra zrútila. Posturálna stabilizácia sa týka procesu, ktorý umožňuje telu udržiavať rovnováhu aj pri zmene polohy alebo pohybe (napr. pri chôdzi alebo behu). Zahŕňa schopnosť aktívne prispôbovať posturálne svaly a mechanizmy tela, aby kompenzovali vonkajšie zmeny a pohyby, a udržiavali stabilitu pri dynamických činnostiach.

Príklad: Chôdza po nerovnom teréne, ako je lesná cesta alebo chodník s prekážkami, beh, kde je potrebné sa prispôbiť rôznym zmenám v teréne, aby sa udržala rovnováha.

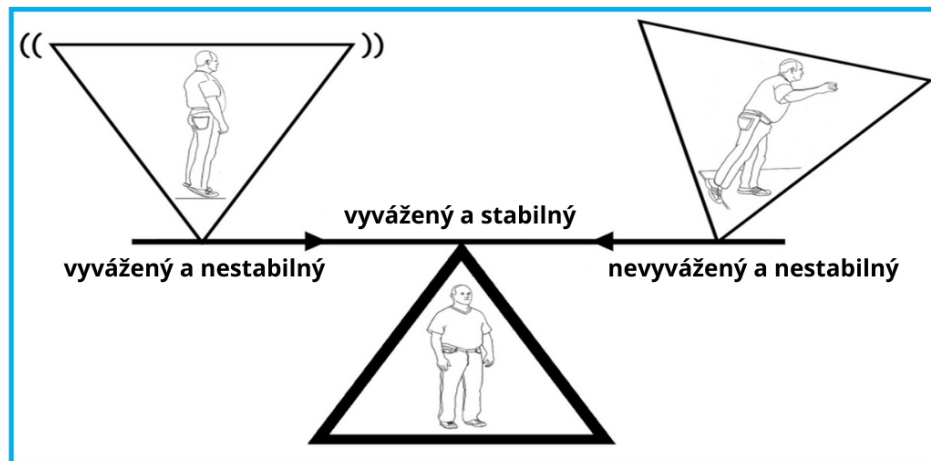


Posturálna reaktibilita - je reakčná stabilizačná funkcia vznikajúca ako odpoveď pri pohybe segmentu tela náročnom na silové pôsobenie. Posturálna reaktivita je automatické prispôbenie polohy hlavy, trupu a končatín v rámci atitúdy potrebám pohybového zámeru. Biologickým účelom tejto funkcie je spevnenie jednotlivých pohybových segmentov (kĺbov), aby sa punctum fixum stalo čo najstabilnejším. Posturálna reaktibilita je schopnosť tela reagovať na náhle alebo neočakávané zmeny v rovnováhe alebo v okolí, ako sú nárazy, zlyhanie stability alebo iné vonkajšie podnety. Ide o rýchlosť a efektivitu reakcií na zmeny v

posturálnych podmienkach, čím sa predchádza pádom a umožňuje okamžitá korekcia rovnováhy v prípade potreby. Punctum fixum - jedna z úponových častí svalu je spevnená, aby druhá úponová časť mohla previesť v kĺbe pohyb – punctum mobile.

Príklad: Ak sa náhle zakopne o kameň na chodníku, telo reaguje rýchlo, aby zabránilo pádu (napr. podvedome sa posunie na druhú nohu alebo upraví postoj).

Rovnováha a balans (obr. 3) sú pojmy označujúce súhrn statických a dynamických stratégií na zaistenie posturálnej stability. Súvisí so zotrvačnými silami pôsobiacimi na telo a zotrvačnými charakteristikami jednotlivých segmentov [4]. Rovnováha je schopnosť kontrolovať rovnováhu pri zmene polohy tela.



Obr. 3 Stabilita vs. rovnováha – napravo je subjekt, ktorý nie je stabilný, najmenšia sila tohto športovca zrazí. Zatiaľ čo na ľavej strane je subjekt, ktorý je vyvážený a stabilný, vďaka svojej stabilite dokáže vytvárať a absorbovať veľké množstvo síl. V diagrame sú rôzne polohy premietajú rôzne tolerancie voči stresu. Postava vľavo je vyvážená na špičke, ale mierny tlak by ju prevrátil. Zdravý rovnovážny systém je citlivý na zmeny stability a dokáže rýchlo reagovať, aby nás vrátil do rovnovážneho a stabilného stavu.

Fyzioterapeuti používajú tieto analýzy na sledovanie pokroku pacientov a prispôbenie liečebného plánu.

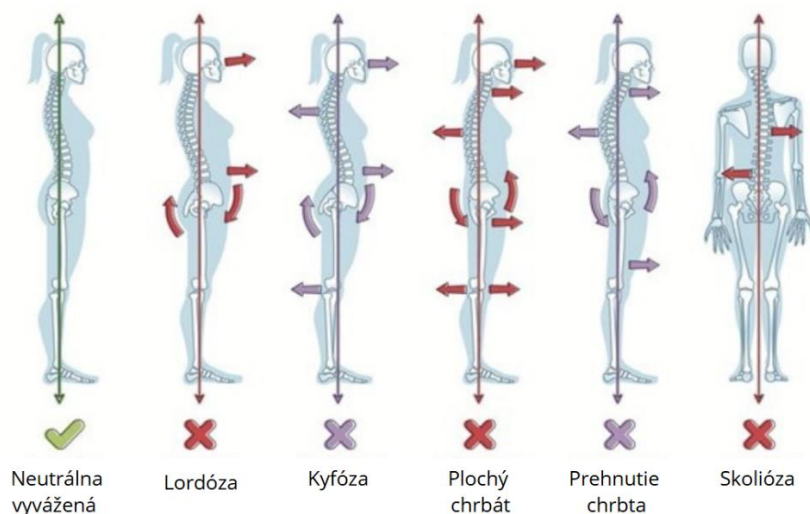
Okrem vyššie uvedených aplikácií analýzy posturálnych činností je možné ju využiť aj ako preventívne opatrenia pri identifikácii nevyváženosti v posturálnych činnostiach, ktoré môžu viesť k bolesti alebo zraneniam. Fyzioterapeuti môžu na základe tejto analýzy navrhnúť cvičenia na zlepšenie držania tela a posilnenie oslabených svalových skupín. Po operáciách pohybového aparátu je dôležité sledovať stabilitu a rovnováhu tela. V športe sa posturálna analýza používa na identifikáciu nesprávneho držania tela, ktoré by mohlo ovplyvniť výkonnosť (napr. v behu, šprinte, gymnastike, alebo iných športoch). Pomocou analýzy môžu tréneri zlepšiť techniku a efektivitu pohybu športovca. Využitie má aj v hodnotení pracovnej polohy, najmä v kanceláriách, pri práci na počítači, alebo pri manuálnej práci. Na základe výsledkov analýzy sa môžu navrhnúť úpravy pracovného prostredia, ako je výber správneho kancelárskeho nábytku (stolička, stôl) alebo usporiadanie pracovnej stanice tak, aby podporovala správne držanie tela. V školách alebo detských rehabilitačných centrách sa posturálna analýza používa na monitorovanie a prevenciu porúch, ako je skolióza, aby sa včas identifikovali problémy a predchádzalo ich zhoršovaniu.



1.1 STATICKÁ ANALÝZA STOJA

Posturálne vyšetrenie znamená statické a dynamické pozorovanie pacienta a je považované za dôležitú súčasť celkového vyšetrenia. Z hodnotenia zakrivenia chrbtice v jednotlivých jej častiach a celkovej charakteristiky tvaru chrbtice, z lokalizácií vrcholov jednotlivých kriviek a hodnotenia postavenia krížovej kosti a panvy v laterálnej projekcii rozlišujeme nasledujúce základné typy postury: optimálny

typ postury, typ postury s driekovou hyperlordózou, typ postury s plochou krivkou chrbtice, hyperkyfotický typ postury a hyperkyfolordotický typ postury (obr. 4).[5]



Obr. 4 Základné typy postury: optimálny typ, postura s driekovou hyperlordózou, hyperkyfolordotický typ, typ s plochou krivkou chrbtice, hyperkyfotický typ, skolióza (zľava doprava).

Správne držanie tela je charakterizované postojom, pri ktorom sú jednotlivé časti tela udržiavané nad sebou v gravitačnom poli s minimálnym napätím posturálnych svalov. Kritériom je symetria pravej a ľavej časti tela a správna fyziologická krivka chrbtice. [5]



Správne držanie tela: pri ktorom sa chrbtica drží vzpriamene, ale pritom má zachované fyziologické dvojité esovité zakrivenie (krčná lordóza, hrudná kyfóza, drieková lordóza, krížová kyfóza) a najmä svaly trupu a dolných končatín sú v trvalom napätí, čiže v izometrickom sťahu. Podľa zmeny ťažiska tela sa mení aj aktivita jednotlivých svalových skupín. Pri pohľade zozadu je chrbtica rovná, totožná s osou tela a obe polovice tela sú symetrické (plecia, lopatky, boky sú rovnako vysoko na pravej ako na ľavej strane. Podobne jedna vertikálna os spája ušnicu s ramenným, lakťovým, stehnovým, kolenovým a členkovým kĺbom. Brušná stena je schovaná za olovnicou, ktorá vychádza z mečovitého výbežku hrudnej kosti. Dolné končatiny sú rovnomerne zaťažené a v kontakte s podložkou v oporných bodoch chodidiel. Na zistenie držania tela subjektu použite subjektívne a objektívne vyšetrovacie metódy (aspekcia, palpácia). [5]

VYŠETRENIE STOJA

Vyšetrovanie stoja, resp. držania tela, sa realizuje staticky a dynamicky. Statické vyšetrenie zahŕňa: aspekciu a hodnotenie postavy, palpáciu s vyšetrením svalového tonusu, posúdenie hypertónie a hypotónie svalstva, prítomnosť skrátenej a oslabenej svalov, prítomnosť svalového spazmu a kontraktúr, vyšetrenie stoja na dvoch váhach a pomocné metódy pri vyšetrovaní postury. K dynamickým skúškam sa zaraďujú: Thomayer, Schober, Stibor, Forestier, Ottov index, základné vyšetrenie krčnej, hrudníkovej a driekovej chrbtice a Trendelenburgova skúška.

Kvalitná postura je jedným zo základných predpokladov vykonania kvalitného pohybu. Pri vyšetrení postury využívame viac testovacích polôh ako len vzpriamený stoj. Najbežnejšou polohou však ostáva vzpriamený stoj s rôznymi modifikáciami (otvorené, zatvorené oči, bipedálny, monopedálny stoj a pod.).

K zisťovaniu úrovne kvality držania tela boli vypracované viaceré metódy, ktoré sa postupom času zdokonaľujú. Existujú metódy jednoduché, nevyžadujúce nákladné aparatúry, ktoré sa dajú používať aj

dnes a tiež metódy náročnejšie na technické vybavenie, ktoré sú však precíznejšie. Celkovo ich možno rozdeliť [6] na metódy somatoskopické (hodnotenie zrakom), napr. Cramptonové testy, hodnotenie držania tela podľa Kleina a Thomasa modifikované Mayerom a somatografické (hodnotenie záznamom), napr. posturogram. K hodnoteniu kvality držania tela môžeme využívať rôzne subjektívne a objektívne metódy. K subjektívnym metódam patria napr. metódy bodovania podľa Jaroša a Lomníčka, Kasperczyka, Sobieckej, Szczygła [7]. V týchto metódach sa vykonáva pozorovanie vybraných elementov stavby držania tela v rovine sagitálnej a frontálnej. Za postavenie jednotlivých segmentov pacient získava určitý počet bodov, výsledná bodová hodnota zodpovedá kvalite držania tela jedinca. K objektívnym metódam patria rôzne prístrojové metódy, napr. 3D skener, APECS (AI posture evaluation and correction system) a pod. Pri somatoskopických metódach sa jedná o vizuálne hodnotenie držania tela, stavby tela a jeho častí.

Vyšetrenie statické

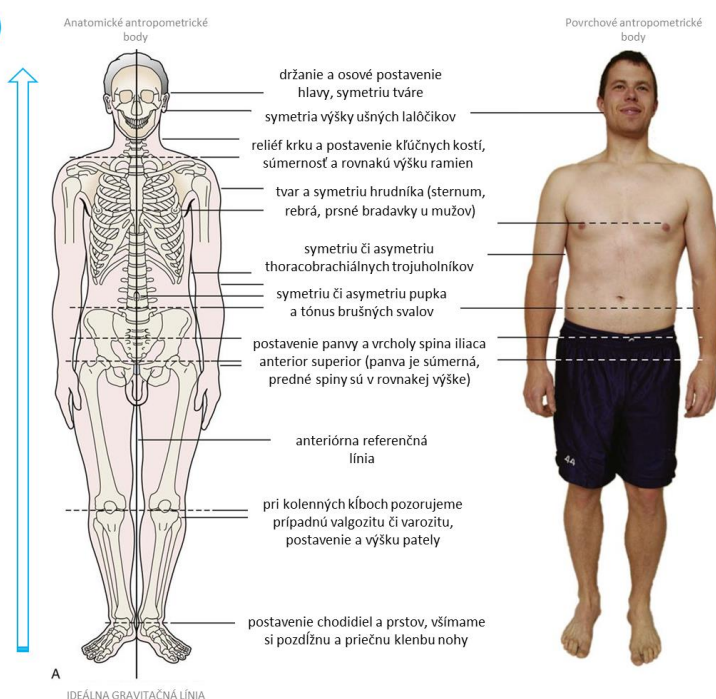
Vyšetrujeme pri vzpriamenom držaní tela v stoji. Hodnotením v stoji získavame komplexnú informáciu o štruktúrach a funkciách ovplyvnených držaním tela. Do držania tela sa premieta aktuálny stav väziva, svalová rovnováha, funkcie kĺbu v pravom slova zmysle, koordinácia a centrálné riadiace mechanizmy. Primárnu pozornosť venujeme symetrii všetkých kvadrantov tela a pokračujeme sledovaním jednotlivých štruktúr. Väčšina jedincov nie je dokonale symetrická, a preto považujeme určitú stranovú rozdielnosť za funkčný nález [8]. Správna statika je ovplyvnená správnym postavením panvy, ale aj postavením dolných končatín a klenbou nohy [9].

Posturálne vyšetrenie začíname aspekciou (vyšetrenie pohľadom) od chodidiel smerom k hlave (obr.5,6,7). [8]

POHĽAD SPREDU (Z VENTRÁLNEJ STRANY)

celkový pohľad:

- ✓ prítomné deformity, chýbajúce časti tela, amputácie, agenezie, veľkoplošné jazvy
- ✓ tvar dolných končatín: reliéf, os, konfigurácia
- ✓ normálny hrudník je súmerný, dobre klenutý
- ✓ tvar horných končatín: reliéf, os, konfigurácia

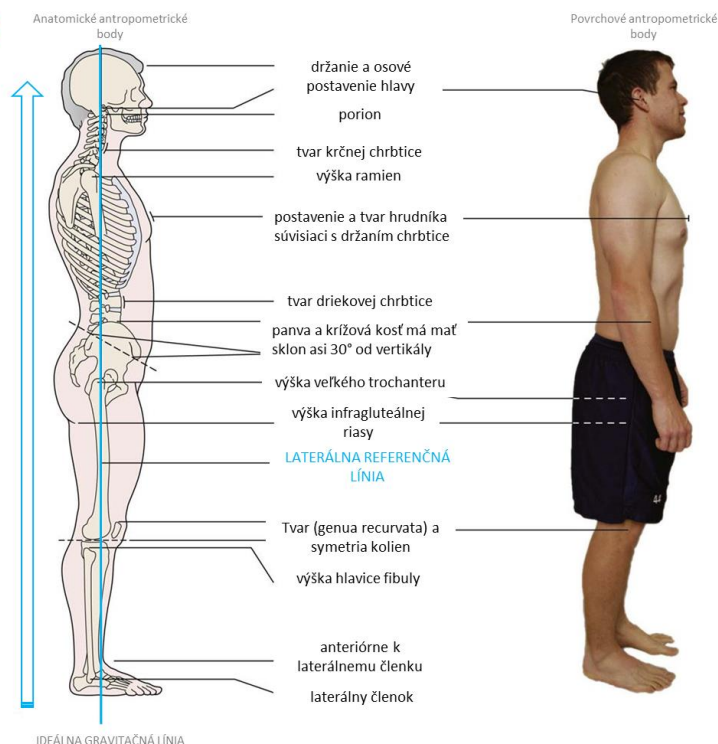


Obr. 5 Posturálne vyšetrenie pohľad spredu.

POHĽAD ZBOKU (Z LATERÁLNEJ STRANY)

celkový pohľad:

- ✓ dolné končatiny: reliéf, os, konfiguráciu,
- ✓ dolné končatiny: postavenie kolien
- ✓ brucho – či neprominuje,
- ✓ chrbtica: všimame si zväčšené alebo zmenšené zakrivenie,

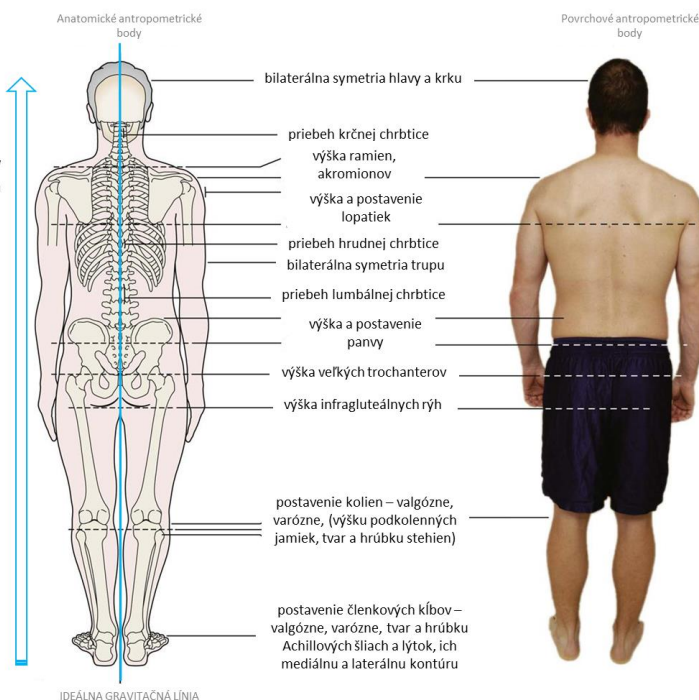


Obr. 6 Posturálne vyšetrenie pohľad z boku.

POHĽAD ZOZADU (Z DORZÁLNEJ STRANY)

celkový pohľad:

- ✓ celková os dolných končatín, tvar a kľučenie pät a ploský chodidiel (pozdlžnu a priečnu kľučbu nohy), za normálnej situácie je calcaneus v neutrálnom postavení v predĺžení Achillovej šľachy, chodidla sú rotované vonku a ich os sa vychýľuje od stredovej čiary,
- ✓ torzia panvy, intergluteálna rýha je kolmá k zemi,
- ✓ symetria thoracobrachiálnych trojuholníkov,
- ✓ svalové napätie svalov, sledujeme tonus paravertebrálnych svalov,
- ✓ hrudná chrbtica (kyfóza, či je zväčšená alebo oploštená, prítomnosť skoliózy),
- ✓ ramená uvoľnené, lopatky neodstávajú, ich vnútorné okraje sú rovnobežné, dolné uhly a spiny lopatiek by mali ležať na oboch stranách na rovnakej výške,
- ✓ reliéf krku a ramien, symetria trapézov, oblasť m. deltoideus, uhol, ktorý zvierá krk s ramenom.
- ✓ horné končatiny: reliéf, os, konfigurácia
- ✓ držanie a osovú postavu hlavy voči trupu, úklon, rotácia alebo kombinácia týchto polôh,



Obr. 7 Posturálne vyšetrenie pohľad zozadu.

Vyšetrenie pomocou olovnice – toto vyšetrenie je súčasťou objektívneho vyšetrenia. Pri správnom držaní tela má olovnica spustená zo záhlavia prechádzať osou chrbtice, intergluteálnou rýhou a dopadať medzi päty. Ak olovnica nedopadá medzi päty, zmeriame odchýlku v cm a označujeme ju ako dekompenzácia vľavo alebo vpravo. Olovnica spustená od mečovitého výbežku hrudnej kosti sa kryje s pupkom, brucho sa maximálne dotýka olovnice (neprominuje). Olovnica spustená od vonkajšieho

zvukovodu má prechádzať stredom ramenného a bedrového kĺbu a dopadať pred os členkového kĺbu. Olovnica spustená zo záhlavia pri bočnom pohľade, sa má dotýkať vrcholu hrudnej kyfózy. Hĺbka krčnej lordózy je pritom najviac 2 - 2,5 cm, lumbálnej lordózy 2,5 - 4 cm. Akúkoľvek odchýlku, napríklad predsunutá hlava brániaca spusteniu olovnice alebo nedosiahnutý kontakt hrudnej chrbtice je potrebné odmerať a poznamenať [9]. Pri vyšetrení používame olovnicu dlhú asi 150 – 180 cm. Pre vyšetrenie chrbtice u vyšetřovaného je vhodné označiť si trňové výbežky stavcov dermografom [9].

Vyšetrenie dynamické

Vyšetrenie aktívnych pohybov nás informuje o prevedení pohybu, rozsahu a jeho bolestivosti. Nepodáva však informácie, prečo je pohyb obmedzený. Vyšetrením aktívnych pohybov vyšetřujeme rozsah pohyblivosti chrbtice ako celku alebo len jednotlivých úsekov. Na druhej strane zisťujeme aj zväčšenú pohyblivosť – hypermobilitu, buď celkovú alebo hypermobilitu jednotlivých úsekov chrbtice, alebo len do jednotlivých smerov.



Hodnotenie držania tela

Zadanie

Správne držanie tela znamená vyváženú a prirodzenú pozíciu, ktorá minimalizuje záťaž na svaly, kĺby a väzy. Chrbtica drží vzpriamene, ale pritom má zachované fyziologické dvojité esovité zakrivenie (krčná lordóza, hrudná kyfóza, drieková lordóza, krížová kyfóza) a najmä svaly trupu a dolných končatín sú v trvalom napätí, čiže v izometrickom sťahu. Podľa zmeny ťažiska tela sa mení aj aktivita jednotlivých svalových skupín. Pri pohľade zozadu je chrbtica rovná, totožná s osou tela a obe polovice tela sú symetrické (plecia, lopatky, boky sú rovnako vysoko na pravej ako na ľavej strane). Podobne jedna vertikálna os spája ušnicu s ramenným, lakťovým, stehnovým, kolenným a členkovým kĺbom. Brušná stena neprominuje v laterálnom pohľade pred zvislicu vytvorenú olovnícou, ktorá vychádza z mečovitého výbežku hrudnej kosti. Na zistenie držania tela subjektu použijete subjektívne (aspekcia, palpácia) a objektívne vyšetrovacie metódy.

Cieľom laboratórneho cvičenia je analyzovať a vyhodnotiť správnosť a stabilitu telesnej pozície jednotlivca. Úloha sa zameriava na identifikáciu nesprávnych alebo škodlivých pohybových vzorcov, ktoré môžu viesť k bolestiam alebo zraneniam. Cieľom zadania je zistiť aktuálny stav držania tela v populácii mladých ľudí.

Pomôcky

1. mobilný telefón
2. laser
3. fotoaparát
4. olovnica
5. krajčírsky meter
6. dermografická ceruzka
7. 3D celotelový skener



Kontraindikácie

Hodnotenie držania tela nie je vhodné pre osoby s akútnymi zraneniami chrbtice, kostí alebo svalov, ako sú zlomeniny, výrony alebo silné podvrtnutia, ktoré môžu obmedziť pohyblivosť a spôsobiť bolesť. Závažné neurologické poruchy (napr. Parkinsonova choroba, neuropatia) môžu ovplyvniť kontrolu nad svalstvom a stabilitu tela. Akútne zápalové ochorenia kĺbov a svalov môžu spôsobiť bolesť a obmedziť pohyb. Psychické a psychiatrické stavy, ako sú úzkosť alebo depresia, môžu viesť k zmenám v držaní tela, ktoré nie sú spojené s fyzickými problémami. Tehotenstvo v pokročilých štádiách môže tiež ovplyvniť výsledky hodnotenia. Amputácie a iné aj vyššie uvedené ochorenia pohybového aparátu človeka (PAČ) je potrebné zaznamenať do protokolu, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku použitia zariadení. Meraný subjekt je počas testovania oblečený do svetlej spodnej bielizne, resp. svetlého priliehajúceho oblečenia a je bosý (obr. 8). Respondent si odloží všetky šperky a hodinky. Vlasý nesmú prekryvať krk a uši, aby nedošlo k ovplyvneniu výsledkov merania. Počas testovania respondent udržiava polohu tela podľa pokynov testujúceho.



Obr. 8 Meraný subjekt správne pripravený na testovanie (priliehavé oblečenie svetlej farby).

Súčasťou zadania je aj anamnéza subjektu (ochorenia pohybového ústrojenstva a pohybová aktivita). Pred vyhotovením fotografií a hodnotením postury je potrebné na tele vyznačiť dôležité orientačné body pre účely hodnotenia postury. Pre účely zadania je potrebné vytvoriť fotodokumentáciu meraného subjektu a postup práce. Získané údaje a merania je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek, schém, skíc (podľa potreby), vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Vyhotovené fotografie respondenta z každého merania sú súčasťou protokolu a slúžia na vyznačenie zistení testujúceho.

Vyšetrovacie metódy

Hodnotenie držania tela Cramptonovými testami, Posturogram, hodnotenie držania tela podľa Kleina a Thomasa modifikované Mayerom, Hodnotenie postury 3D celotelovým skenerom, hodnotenie držania tela pomocou APECS PRO (AI posture evaluation and correction system).

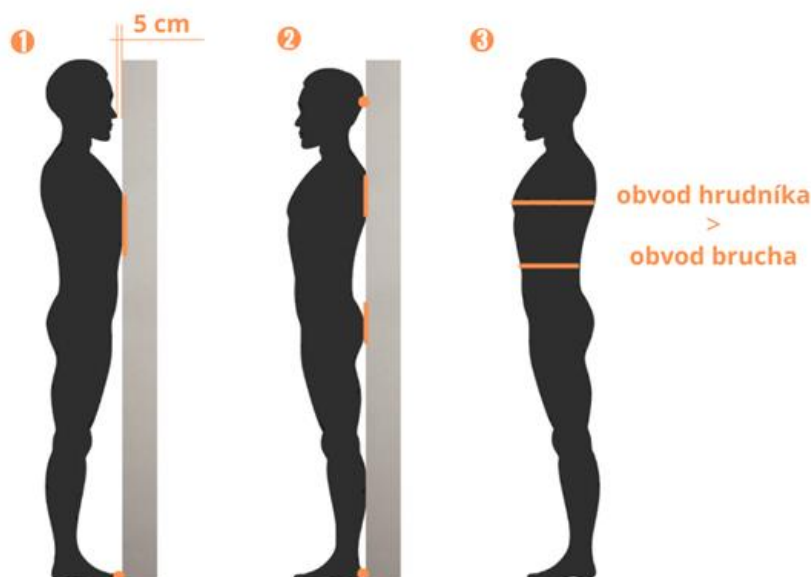
HODNOTENIE DRŽANIA TELA CRAMPTONOVÝMI TESTAMI

Cramptonové testy patria k základným nástrojom hodnotenia držania tela pričom kombinujú subjektívne a objektívne spôsoby hodnotenia. Počas hodnotenia je subjekt bez obuvi, vo vhodnom odeve. Hodnotenie pozostáva z troch jednoduchých testov:

1. **Test čelom k stene:** subjekt sa postaví čelom k stene tak, aby sa špičky nôh dotýkali steny. Pri správnom držaní tela sa dotýka steny hrudník, nos je vzdialený od steny cca 5 cm.
2. **Test chrbtom k stene:** subjekt sa postaví k stene chrbtom. Pri správnom držaní tela sa dotýka steny päťami, sedacím svalstvom, hrudnou kýfózou a hrboľom záhlavnej kosti.
3. **Thorakoabdominálny pomer:** je pomer obvodu hrudníka k obvodu brucha meraný pri prirodzenom dýchaní. U subjektu so správnym držaním tela majú prevyšovať hrudné miery. Výsledok pomeru môže byť interpretovaný podľa kontextu a zdravotných potrieb konkrétnej

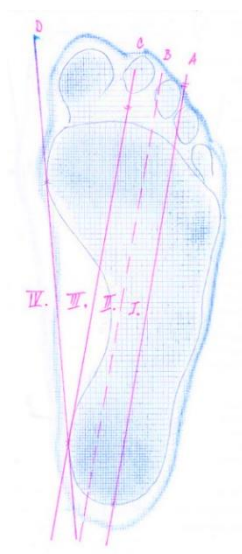
osoby. Nižší pomer môže naznačovať disproporciu, kde je brucho širšie než hrudník, čo môže byť spojené s vyšším zdravotným rizikom. Meranie obvodu hrudníka sa robí vo výške dolných uhlov lopatiek a meranie obvodu v oblasti brucha vo výške štvrtého krížového stavca (pupka).

$$\text{Thorakoabdominálny pomer} = \frac{\text{obvod hrudníka}}{\text{obvodu brucha}}$$



HODNOTENIE DRŽANIA TELA PODĽA KLEINA A THOMASA MODIFIKOVANÉ MAYEROM

Tento spôsob hodnotenia držania tela sa považuje za subjektívnu somatoskopickú metódu, ktorej výhodou je jej nenáročnosť, rýchlosť, avšak sú potrebné isté skúsenosti a znalosti hodnotiaceho. Spočíva vo vizuálnom hodnotení držania tela subjektov vo vzpriamenom stoji na oboch končatinách. Počas hodnotenia je subjekt bez obuvi, vo vhodnom odevu. Súčasťou hodnotenia je aj plantogram vyhodnotený podľa Godunova.



Plantogram je vyhodnocovaný pomocou štyroch línií A, B, C, D. Línia A je spojnica medzi zadnou plochou päty a priestorom medzi 3. a 4. prstom. Línia C vedie v mieste dotyku najmediálnejšieho okraja päty a tvorí rovnobežku s líniou A. V polovici vzdialenosti medzi líniami AC, vedie línia B. Línia D, spája mediálnu časť päty a mediálnu časť predonožia.

Hodnotenie stavu nožnej klenby podľa Godunova

Odtlačok po líniu A normálne klenutá noha

Odtlačok medzi líniami AB - 1. stupeň ploché nohy

Odtlačok medzi líniami BC - 2. stupeň ploché nohy

Odtlačok medzi líniami CD - 3. stupeň ploché nohy

Odtlačok prekračujúci líniu D - 4. stupeň ploché nohy

Body zo znakov držania tela A – F sa zrátajú, a tým sa zaradí subjekt do príslušného typu. Hodnotenie držanie tela sa rozdeľuje do 4 stupňov: **1. Výborné, 2. Dobré, 3. Chybné, 4. Nesprávne.**

Hodnotenie	Sledovaná oblasť					
	A držanie hlavy a krku	B tvaru hrudníka	C tvaru brucha a sklon panvy	D celkového zakrivenia chrbtice	E výšky ramien a postavenie lopatiek	F postavenie dolných končatín
1	hlava vzpriamená, uhol medzi bradou a krkom je 90°	vypnutý, správne klenutý, sternum tvorí najviac prominujúcu časť	brucho je ploché, za zvislicou spustenej zo sternu	fyziológické rozmedzie zakrivenia	rovnaká výška ramien aj lopatiek, ktoré neodstávajú, súmerné	osi dolných končatín smerujú zvislo nadol
2	hlava mierne nachýlená vpred	hrudník mierne sploštený	brucho mierne prominuje	znaky zväčšeného alebo zmenšeného zakrivenia	znaky nesúmernosti, lopatky mierne odstávajú, sú v rovnakej výške	mierne vychýlenie kĺbov od dlhej osi k stredu alebo von
3	hlava sklonená dopredu	plochý hrudník	brucho je chabé a prominuje	zväčšené alebo zmenšené zakrivenie	nerovnaká výška, lopatky odstávajú	varózne/valgózne postavenie KK, ČK
4	hlava značne sklonená dopredu	vpadnutý hrudník	brucho tvorí najviac prominujúcu časť	značne zväčšené zakrivenie	asymetria ramien, lopatky odstávajú	varózne/valgózne postavenie KK, ČK spadnutá päta, ploška chodidla

*Dolné končatiny hodnotíme zvlášť, stupňom 1 – 4. kritériom pre hodnotenie je vychýlenie kĺbov od dlhej osi k stredu alebo von.

Hodnotenie

- Výborné 6 bodov
- Dobré 7 – 12 bodov
- Chybné (chabé) 12 – 18 bodov
- Nesprávne (zlé) 19 – 24 bodov

POSTUROGRAM

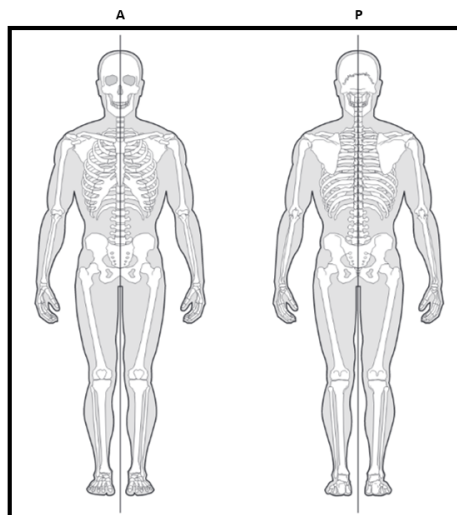
Túto metódu radíme medzi subjektívne somatoskopické spôsoby hodnotenia držania tela. Hodnotenie pomocou posturogramu pozostáva z použitia formuláru tzv. posturogramu (obr. 9), ktorý pozostáva z časti so základnými informáciami (meno, pohlavie, vek, zdravotný stav a pod.), priestoru pre hodnotenie z anteriórneho a posteriórneho smeru ako aj z laterálneho pohľadu, jednoduchých nákresov siluety v príslušných pohľadoch a priestoru pre ďalšie poznámky. Nákrasy siluet je vhodné využiť na vyznačenie rôznych odchýlok od fyziologického stavu vzpriameného držania tela. Samotné hodnotenie je realizované aspekciou subjektu v stoji na oboch končatinách.

HODNOTENIE DRŽANIA TELA

ANTERIO-POSTERIÓRNY POHĽAD

Dolná končatina	Pravá	Ľavá
Abdukcia/addukcia palca		
Pronácia/supinácia chodidla		
Línia achilových šliach		
Varózne/valgózne kolená		
Postavenie veľkých hrbáčov stehennej kosti		
Panva a zadok		
Vybočenie alebo zošikmenie		
Predné/zadné tŕne		
Výška infraglutálnej brázdy		
Intergluteálna brázda		
Trup		
Chrbtica		
Poloha C7		
Δ, medzi trupom a HK		
Výška lopatiek		
Vystúpenie lopatiek		
Výška ramien		
Brucho/brušné svalstvo		
Poloha pupka		
Kľúčne kosti/kľúčne jamky		
Krk a hlava		
Náklon hlavy na stranu		
Trapézové svaly krku		

Poznámky:



Meno a priezvisko:.....

Pohlavie:.....

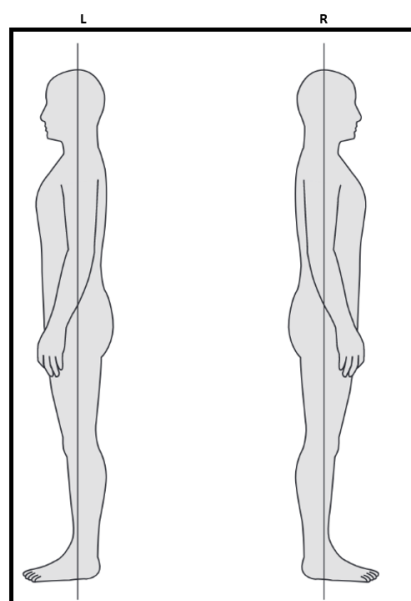
Vek:.....

HODNOTENIE DRŽANIA TELA

LATERÁLNY POHĽAD

Dolná končatina	Pravá	Ľavá
Klenba nohy		
Dorziflexia/plantárna flexia		
Flexia/hyperextenzia KK		
Uhol panvového sklonu		
Trup		
Drieková lordóza		
Vyklenutie brušnej steny		
Zakrivenie hrudnej chrbtice		
Držanie ramien		
Rotácia trupu		
Hrudník		
Krk a hlava		
Predsunutá hlava		
Predklon hlavy		

Poznámky:



Vypracoval:.....

Dátum:.....

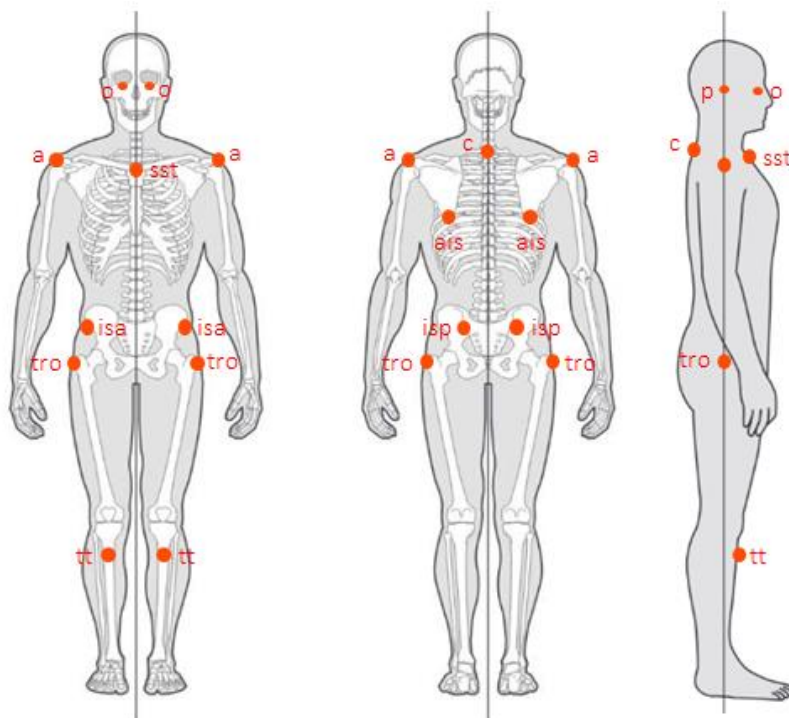
Skupina:.....

Obr. 9 Posturogram pre hodnotenie držania tela, antero-posteriórny pohľad (hore), laterálny pohľad (dole).

Pre potreby hodnotenia držania tela počas vzpriameného stoja posturogramom je nutné vypalovať a následne vyznačiť na tele sledovaného subjektu nasledovné orientačné body (obr. 10):

1. Bod orbitale (o) - najnižšie položený bod na dolnom okraji očnice.
2. Bod porion (p) - horný okraj vonkajšieho zvukovodu.

3. Bod acromion (a) - akromioklavikulárny kĺb.
4. Bod cervicale (c) - trňový výbežok stavca C7.
5. Bod angulus inferior scapulae (ais) - dolný uhol lopatiek.
6. Bod suprasternale (sst) - horný okraj hrudnej kosti.
7. Bod Iliospinale anterior (isa) – predný trň bedrovej kosti (ASIS).
8. Bod Iliospinale posterior (isp) – zadný trň bedrovej kosti (PSIS).
9. Bod trochanterion (tro) - veľký trochanter.
10. Bod tibial tuberosity (tt) - drsnatina píšťaly.



Obr. 10 Vybrané orientačné body na tele subjektu.

Postup:

1. Vypalpujte a vyznačte na tele subjektu orientačné body uvedené vyššie.
2. Vykonajte pozorovanie subjektu v stoji na oboch končatinách vo frontálnej robine pri pohľade spredu a zozadu ako aj v sagitálnej rovine pri pohľade sprava aj zľava.
3. Na zaznačenie zistených odchýlok využite Posturogram.

HODNOTENIE POSTURY CELOTELOVÝM 3D SKENEROM

Celotelový 3D skener TC² NX 16 je primárne určený na digitalizáciu morfológických mier a anatomickej štruktúry zo získaného mračna bodov t.j. 3D modelu ľudského tela. Umožňuje bezkontaktné získavanie antropometrických dát a určovanie priestorových súradníc pre následné prevedenie do digitálnej podoby za účelom 3D modelovania a vizualizácie konštrukcií v protetike a ortotike. Tento optický 3D skener využíva technológiu založenú na premietaní svetelných vzorov (Moiré metóda) na meraný objekt. Na osvetlenie a premietanie mriežky na subjekt aplikuje biele svetlo. Jednotlivé body sa z povrchu získavajú pomocou triangulácie – využíva sa pár navzájom uhlovo pootočených kamier.[10]

Skenovanie predstavuje rýchly a neinvazívny spôsob získania aktuálnej postury. Kontraindikáciou k jeho využitiu sú stavy zapríčinené klaustrofóbiou, strachom z tmy, či epileptické záchvaty vyvolané intenzívnym blikajúcim svetlom. Subjekt by mal byť počas skenovania v kabínke nahý, alebo vo svetlom priliehavom oblečení a bez doplnkov. Ak je potrebné skenovaním získať celkovú výšku subjektu, je nutné zabezpečiť, aby vlasy a oblasti s ochlpením boli prekryté, napr. s „kúpacou“ čiapkou na hlave, pretože tento skener ich nie je schopný zosnímať.

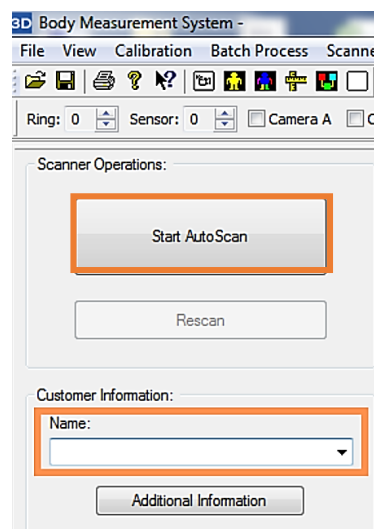
V prípade, že celková výška nie je dôležitá sa odporúča, aby vlasy boli zopnuté dohora, aby bolo možné zosnímať oblasť už od krku. Počas snímania 3D skenerom TC² NX 16 predstavuje meráciu miestnosť kabínka skenera, ktorá je dôkladne zatemnená. Optimálna teplota v miestnosti by mala byť cca 22°C kvôli obnaženému telu počas snímania. Po správnej kalibrácii možno pristúpiť k samotnému skenovaniu objektu. Subjekt vojde do predsiene skenera, kde sa vyzlečie a s obnaženým telom sa postaví na vyznačené značky do kabínky celotelového 3D skenera (Obr. 11). Po zatiahnutí zatemňovacieho závesu, ktorý neprepúšťa vonkajšie svetlo, sa postaví na značky a rukami sa chytí madiel, ktoré sa nachádzajú po stranách v úrovni rúk. Meraná poloha pripomína základnú anatomickú polohu.



Obr. 11 Poloha subjektu v celotelovom skeneri.

Postup:

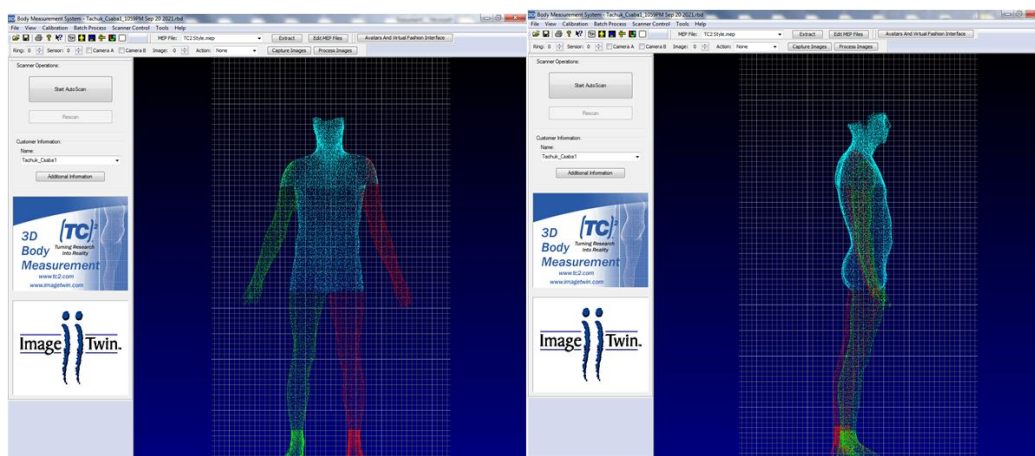
1. Zapnite skener prepnutím tlačidla v skenovacej komore vpravo hore. Zapnutie skenera potvrdí rozsvietenie vnútorných svetiel. Na počítači spustíte softvér „**3D Body measurement system**“. V ľavej časti obrazovky sa do kolónky „**Name**“ uvedie meno skenovaného. Následne stlačením „**Start Auto Scan**“ spustíte skenovanie, ktoré musí meraný subjekt potvrdiť (viď. Krok 4).



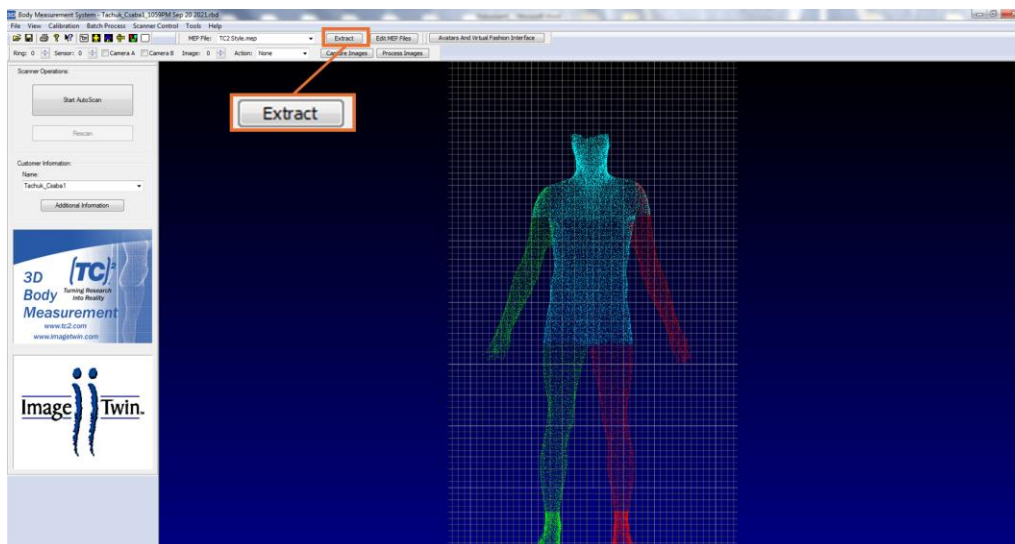
2. Meraná osoba sa v predsieni za závesom vyzlečie a pripraví na skenovanie.
3. Následne vstúpi do skenovacej komory, zatiahne za sebou záves a zaujme prirodzený postoj na značkách znázorňujúcich polohu chodidiel. Rukami uchopí výškovo nastaviteľné madlá umiestnené na bokoch komory.
4. Skenovanie spustí stlačením tlačidla na ľavom madle. Skenovanie trvá približne 6 sekúnd, počas ktorých musí osoba stáť nehybne.



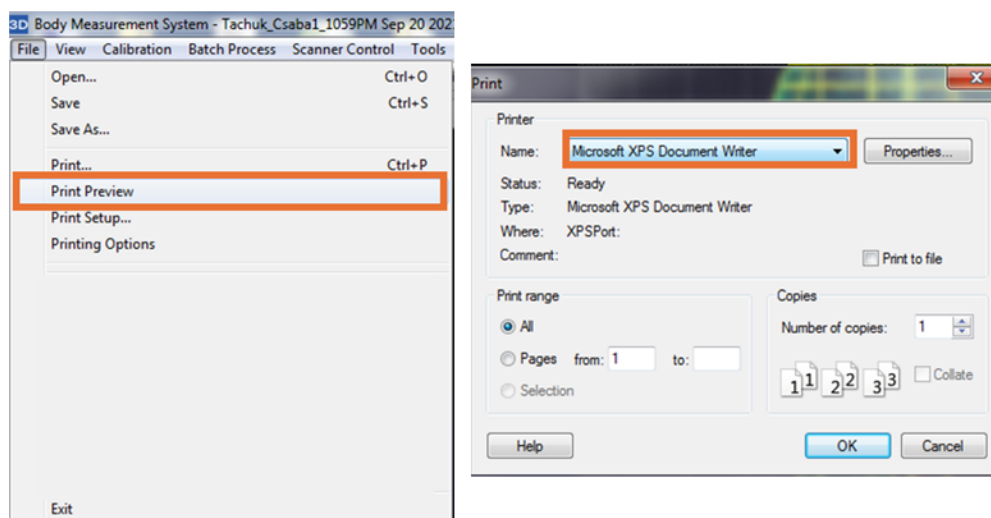
5. Po ukončení skenovania sa na obrazovke zobrazí mračno bodov predstavujúce 3D model osoby. Merajúci skontroluje model, aby overil, či nenastali chyby, napríklad chýbajúce údaje spôsobené vlasmi pokrývajúcimi časti tela.



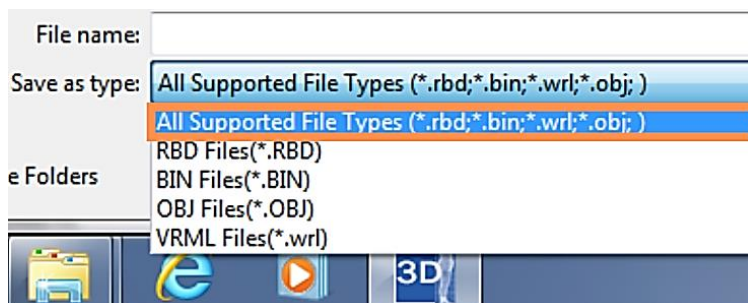
6. Ak sú na modeli chyby, osoba sa vráti do komory a skenovanie sa zopakuje. Ak je model v poriadku, môže sa obliecť.
7. Pre meranie v programe „3D Body measurement system“ v hornej ponuke vyberte funkciu „MEP file“, kde nájdete rôzne varianty extrahovaných mier. Tieto miery môžete upraviť pomocou funkcie „Edit MEP files“. Po výbere požadovaných mier kliknite na funkciu „Extract“ – hodnoty sa zobrazia v pravom okraji obrazovky.

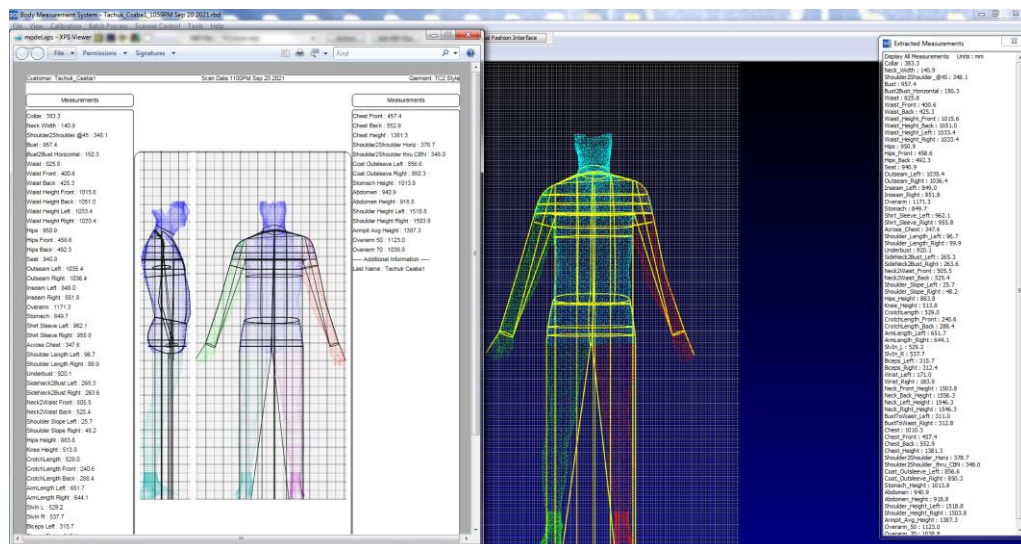


8. Hodnoty je možné exportovať ako report pomocou funkcie „Print“.



9. V ponuke exportovaného formátu vyberte „**Microsoft Document XPS Writer**“. Po potvrdení sa report exportuje a zobrazí v novom okne. 3D sken je potrebné uložiť vo všetkých štyroch formátoch (.rbd, .bin, .wrl, .obj), aby bola zaistená úplná kompatibilita a archivácia dokumentu.



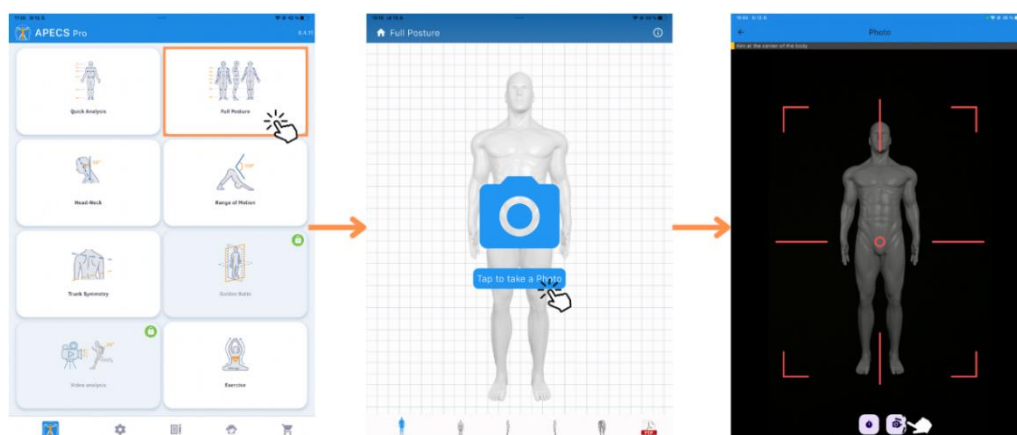


APECS PRO (AI POSURE EVALUATION AND CORRECTION SYSTEM)

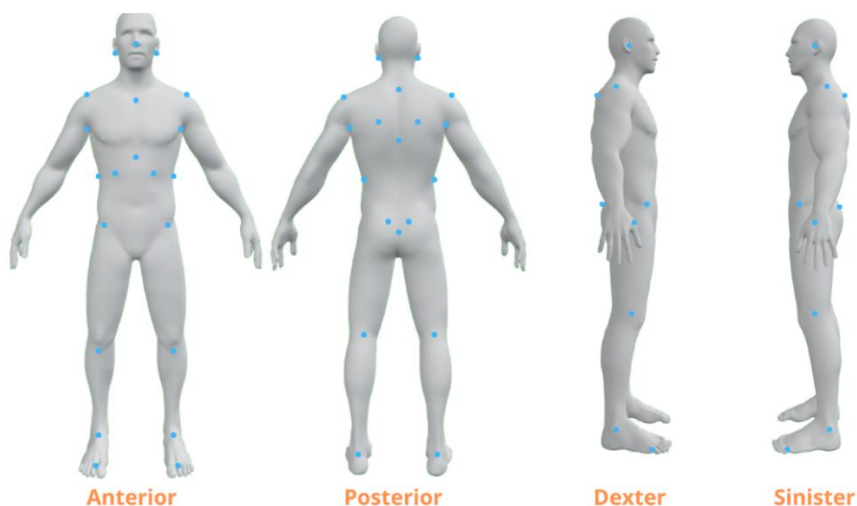
Aplikácia APECS PRO (Apecs app) je softvér navrhnutý na úplnú analýzu držania tela, ktorý na základe vzájomného zarovnania orientačných bodov hodnotí správnosť postury. APECS PRO analyzuje symetriu, prípadné odchýlky od normálneho postavenia a identifikuje problematické oblasti, ktoré môžu naznačovať zdravotné problémy alebo svalovú nerovnováhu. Obsahuje nástroje na posúdenie zarovnania, rovnováhy a celkového držania tela, aby sa identifikovali akékoľvek problémy alebo oblasti na zlepšenie. Hodnotenie možno použiť v rôznych kontextoch vrátane fyzikálnej terapie, kondičného tréningu, ergonómie a hodnotenia celkového zdravotného stavu.

Postup:

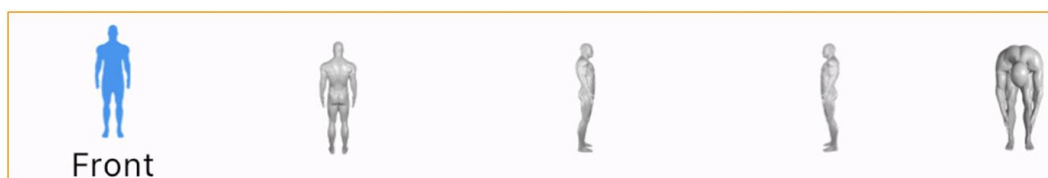
1. Otvorte aplikáciu APECS PRO na tablete alebo inom zariadení.
2. Vyberte z hlavnej ponuky analýz "**Full Posture**", následne sa zobrazí model ľudského tela v polohe, v ktorej je potrebné zhotoviť fotografiu meranej osoby. Pokračujte kliknutím na možnosť „Take photo“.



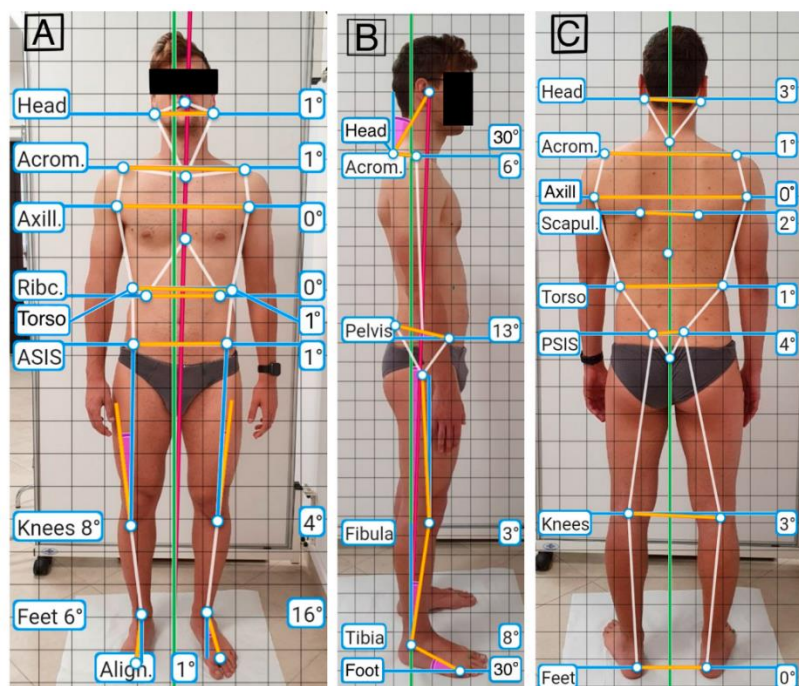
3. Zhotovte fotografiu podľa inštrukcií ktoré aplikácia poskytuje. Uistite sa, že osoba je v prirodzenej, uvoľnenej pozícii a že sú viditeľné hlavné body tela (hlava, ramená, boky, kolená, chodidlá).
4. Následne po zhotovení fotografie Vás aplikácia vás vyzve, aby ste označili kľúčové body na tele. Body označujete podržaním prsta na obrazovke, čím sa zobrazí kurzor a posunutím po obrazovke pridáte príslušný orientačný bod na fotografií meranej osoby. Voľbu potvrdíte znázorneným špendlíkom v dolnej časti obrazovky. Postupujete podľa inštrukcií vpravo hore, kde je znázornený každý orientačný bod po poradí.



5. Po označení všetkých orientačných bodov sa zobrazí možnosť „**Finish**“. APECS PRO teraz vyhodnotí držanie tela a zobrazí sa vizuálny report, ktorý obsahuje uhlové hodnoty odchýlok.
6. Následne opakujte rovnaký postup vo všetkých znázornených polohách v dolnej ponuke.



7. Pre generovanie správy kliknite na "**PDF**" v dolnej ponuke aplikácie. Vytvorí sa podrobný report o analýze postury, ktorý môže byť uložený vo formáte PDF alebo vytlačený pre ďalšie použitie.



Prílohy

Plantogram, sken celého tela, fotografie celého tela, výstup z aplikácie APECS PRO.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie držania tela meraného subjektu, jednotlivých metód a ich vzájomné porovnanie. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektivnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.

1.2 ŤAŽISKO A STABILOMETRIA



Ťažisko človeka je dôležitý biomechanický pojem, ktorý sa vzťahuje na bod, v ktorom je rozložená celková hmotnosť tela. Tento bod ovplyvňuje stabilitu, rovnováhu a efektívnosť pohybu, a preto hrá kľúčovú úlohu v mnohých fyzických aktivitách, či už ide o šport alebo bežné každodenné činnosti. Ťažisko nie je pevne dané a mení svoju polohu v závislosti od postoja, pohybu a rozloženia hmotnosti jednotlivých častí tela. U priemerného dospelého človeka sa nachádza približne vo výške panvy, avšak pri rôznych pohyboch, ako je napríklad beh, skok alebo dvíhanie predmetov, mení polohu.

Poznanie polohy ťažiska a jeho správna kontrola sú kľúčové pre udržiavanie rovnováhy a prevenciu pádov. V športových disciplínach, ako sú gymnastika, bojové umenia alebo atletika, je kontrola nad ťažiskom rozhodujúcim faktorom úspechu. Aj pri rehabilitácii a fyzioterapii sa práca s ťažiskom využíva na zlepšenie stability pacienta.

Z biomechanického hľadiska štúdium ťažiska pomáha odborníkom analyzovať pohybové vzory a navrhovať účinné tréningové plány, ktoré zohľadňujú optimálnu polohu tela. Zlepšuje to nielen výkon, ale aj znižuje riziko úrazov a preťaženia kĺbov.



Kľúčové slová

COM, COP, ťažisko, stoj, stabilometria



Ťažisko (Center of Mass, COM) alebo hmotný stred je pôsobisko tiažovej sily pôsobiacej na teleso. Existuje aj pojem gravitačná línia (obr. 12), ktorý sa používa na označenie zvislej čiary, ktorá prechádza ťažiskom.



Obr. 12 Gravitačná línia pri pohľade z boku.

Ak má objekt symetrickú, dobre definovanú geometriu a rovnomerné zloženie, potom je jeho ťažisko umiestnené v geometrickom strede objektu. Poloha ťažiska závisí od rozloženia látky v telese.

Ťažisko ľudského tela sa nachádza v strede hmotnosti tela, v základnom anatomickom postavení to je v malej panve vo výške druhého alebo tretieho krížového stavca, u žien je asi o 1–2 % nižšie kvôli rozdielnym rozmerom panvy. Aj v kľude neustále osciluje (nemá fixnú polohu), predovšetkým v súvislosti s dýchaním a jeho poloha podlieha aj značným individuálnym rozdielom – záleží na veku, pohlaví, na proporciách a stavbe tela, distribúcií hmotnosti. Pri zmene vzájomného postavenia častí tela sa s presunutím časti hmotnosti ľudského tela mení aj poloha centrálného ťažiska - ťažisko tak môže pri niektorých polohách ležať aj mimo telo. Ženy s rovnakou telesnou výškou majú ťažisko tela nižšie než muži.



Význam ťažiska u človeka:

- **Stabilita a rovnováha:** Ťažisko je kľúčové pre udržanie stability a rovnováhy. Keď je ťažisko nad opornou bázou (plocha, na ktorej sa telo opiera o zem, napríklad nohy pri státí), človek je stabilný. Čím je ťažisko bližšie k zemi, tým je stabilita väčšia. To je dôvod, prečo je pri ohýbaní kolien alebo pri širokom rozkročení ľahšie udržať rovnováhu.
- **Pohyb a efektivita:** Poloha ťažiska ovplyvňuje efektivitu pohybov. Pri chôdzi, behu, skákaní alebo vykonávaní športových aktivít sa telo neustále snaží udržať ťažisko v optimálnej polohe, aby bol pohyb plynulý a energeticky efektívny. Športovci často trénujú techniky, ktoré im pomáhajú udržiavať správnu polohu ťažiska, aby maximalizovali výkon a minimalizovali riziko zranenia.
- **Držanie tela (postura):** Správna poloha ťažiska je kľúčová pre udržanie dobrej postury. Ak je ťažisko príliš vpred (napríklad pri zhrbení), zvyšuje sa záťaž na chrbticu a svaly, čo môže viesť k bolestiam chrbta a iným zdravotným problémom.
- **Adaptačné mechanizmy:** Ľudské telo má schopnosť prispôbiť ťažisko rôznym situáciám, napríklad pri nosení bremien, pri tehotenstve alebo pri vykonávaní rôznych úkonov. Tieto adaptačné mechanizmy sú dôležité pre ochranu pred pádom a udržanie funkčnosti pri rôznych činnostiach.

CoP (centre of pressure) odpovedá pôsobisku vektora reakčnej sily podložky, ktoré sa prispôbuje pohybu tela [11]. CoP je možné vypočítať z hodnôt reakčnej sily nameranej v rohoch silovej (stabilometrickej) plošiny, alebo vypočítať ako vážený priemer všetkých tlakov snímaných senzormi priamo z opornej plochy [12].



Polohu centrálného ťažiska tela, alebo priemetu ťažiska do podložky v danej polohe môžeme určiť rôznymi metódami, či už analytickými [4][13] alebo s využitím prístrojového vybavenia (váhy, 3D skener, podobarometer a pod.).

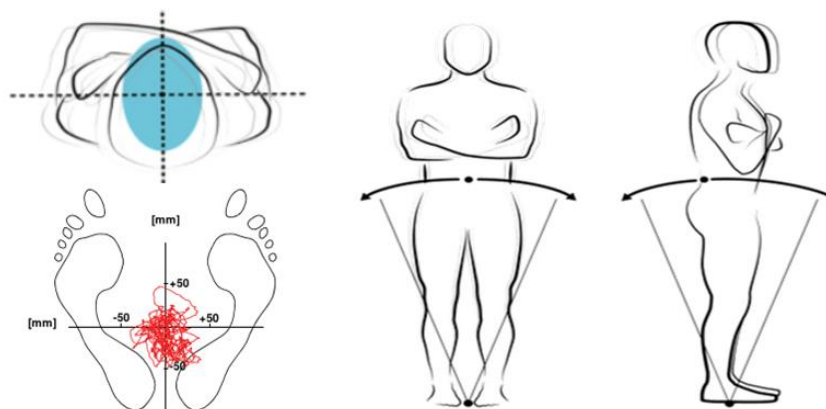
Stabilometria, často nazývaná aj posturografia, je diagnostická metóda, ktorá sa využíva na meranie a hodnotenie stability a rovnováhy človeka. Pomocou tejto metódy je možné analyzovať, ako dobre dokáže človek udržať rovnováhu v rôznych podmienkach, čo má široké uplatnenie v klinickej praxi, športovej medicíne a rehabilitácii.



Význam stabilometrie u človeka:

- **Diagnostika porúch rovnováhy,** ktoré môžu byť spôsobené rôznymi faktormi, ako sú neurologické poruchy, vestibulárne dysfunkcie, ortopedické problémy alebo starnutie. Tieto poruchy môžu viesť k zvýšenému riziku pádov a zranení.

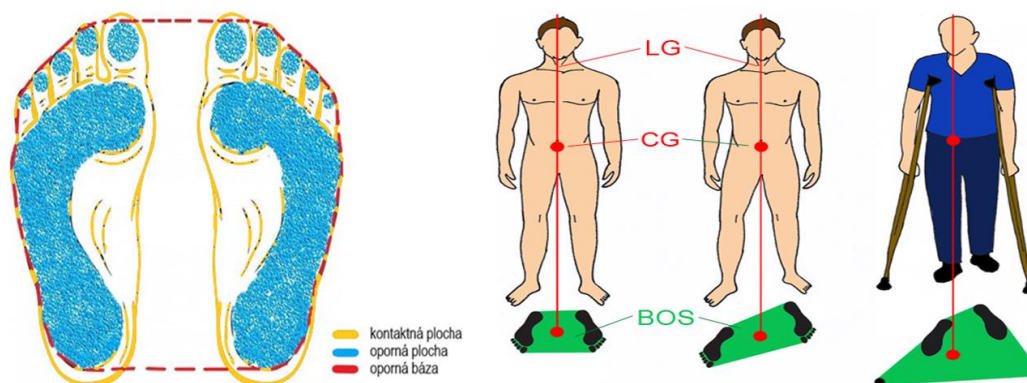
- Monitorovanie progresie ochorení, ako je Parkinsonova choroba alebo roztrúsená skleróza, môže stabilometria slúžiť na monitorovanie zhoršovania rovnováhy v priebehu času.
- Identifikácia rizikových faktorov, napr. osoby s vysokým rizikom pádov, najmä u starších dospelých. Na základe výsledkov je možné navrhnúť preventívne opatrenia, ako sú cvičenia na zlepšenie rovnováhy alebo zmeny v domácom prostredí.
- Účinnosť rehabilitačných programov, napríklad po cievnej mozgovej príhode, môže stabilometria poskytnúť objektívne údaje o pokroku pacienta v rámci rehabilitácie.
- Optimalizácia tréningu, hodnotenie rovnováhy a stability ako súčasť tréningových programov, najmä v športoch, kde je udržanie rovnováhy kľúčové (napríklad gymnastika, lyžovanie, surfovanie). Na základe výsledkov je možné prispôbiť tréningové techniky pre zlepšenie výkonu.
- Nástroj pri hodnotení funkcie vestibulárneho systému, ktorý je kľúčový pre udržiavanie rovnováhy. Abnormálne výsledky môžu naznačovať prítomnosť vestibulárnych porúch.
- Identifikácia senzorických deficitov, kde telo nedokáže správne spracovať informácie z rôznych zmyslov (zrak, propriocepcia, vestibulárny systém), čo vedie k problémom s rovnováhou.



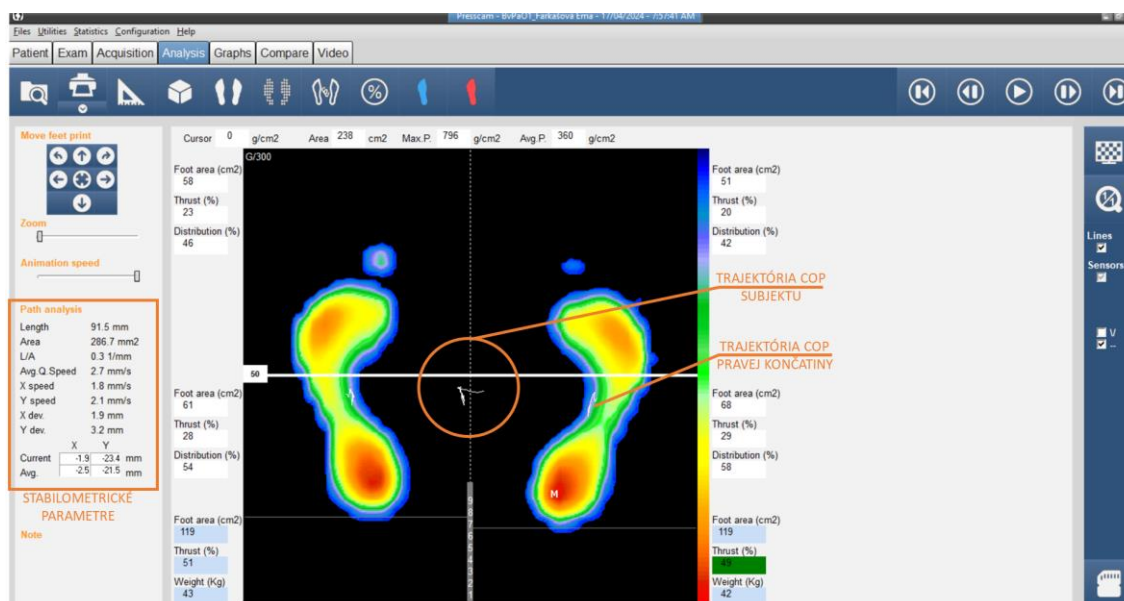
Obr. 13 Priemet trajektórie ťažiska v rovine podložky a kolísanie ťažiska v ML a AP smere.

Parametre vyhodnocované pri stabilometrickom vyšetrení (obr. 15, 16):

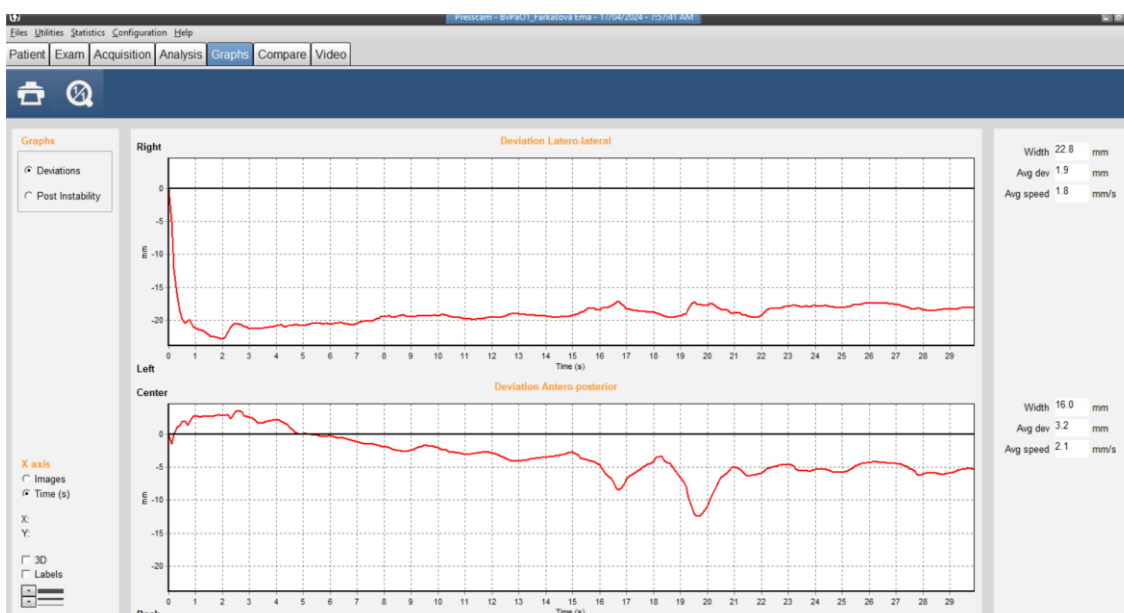
- CoP (Centre of pressure) – priemet tlakového pôsobenia vektoru reakčnej sily podložky.
- 95% oblasť konfindečnej elipsy (mm^2) – grafické znázornenie polôh jednotlivých CoP za časovú periódu. Elipsy spoľahlivosti sú rozšírením konceptu intervalu spoľahlivosti, ktorý sa používa pre jednu premennú. Elipsa je vycentrovaná v bode, ktorý predstavuje priemerné hodnoty vzorky dvoch premenných. Jeho veľkosť a tvar sú určené zvolenou úrovňou spoľahlivosti (napr. 95 %) a kovariančnou maticou.
- Dĺžka trajektórie (mm) - Dĺžka trajektórie COP, čiže súčet jednotlivých výchylek polôh, čím je vzdialenosť kratšia, tým vyšetrovaný dosiahol lepšiu úroveň posturálnej stability, teda nakmtal kratšiu vzdialenosť.
- CoP priemerná rýchlosť (mm/s) – priemerná rýchlosť výchylek polôh CoP.
- Výchylky v smere antero-posteriórnom (AP) (obr. 13).
- Výchylky v smere medio-laterálnom (ML) (obr. 13).
- Oporná báza/oporná plocha (BS/AS) (obr. 14).



Obr. 14 Veľkosť opornej bázy v závislosti na posture (LG- gravitačná línia, CG – ťažisko, BOS – oporná báza).



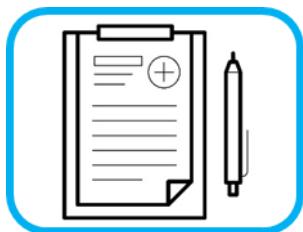
Obr. 15 Výstup zo stabilometrického vyšetrenia na podobarmetri.



Obr. 16 Vizualizácia ML a AP výchylek ťažiska počas stabilometrického vyšetrenia.



Okrem vyššie uvedených aplikácií je možné analýzu ťažiska a stabilometriu využiť aj u starších osôb, ktoré sú náchylnejšie na pády, sa stabilometria používa na hodnotenie rizika pádu a na návrh cvičení, ktoré zlepšujú rovnováhu a stabilitu. Po úrazoch dolných končatín alebo chrbtice sa stabilometria využíva na sledovanie pokroku pri obnove rovnováhy a stability. V športe, kde je rovnováha kľúčová (napr. gymnastika, lyžovanie, tanec), sa analýza ťažiska a stabilometria používa na sledovanie výkonu športovcov. Tréneri môžu identifikovať slabé miesta v stabilite a prispôbiť tréningové metódy na zlepšenie výkonu. Stabilometria sa používa na hodnotenie efektivity ortopedických pomôcok (napr. ortéz, vložiek do topánok, protéz) pri obnove rovnováhy a stabilizácie. Pomáha pri vývoji nových produktov a optimalizácii ich dizajnu.



Ťažisko a COP

Zadanie

Správna poloha ťažiska je nevyhnutná pre udržanie zdravej chrbtice. Ak je ťažisko nesprávne umiestnené, môže to viesť k chronickému preťaženiu určitých svalových skupín a k bolesti chrbta. Hodnotenie a korekcia ťažiska pomáha vylepšiť celkový vzhľad postavy a zvýšiť komfort pri sedení, státi a chôdzi. Správne držanie tela tiež prispieva k zvýšeniu sebedomia a zlepšeniu dýchacích funkcií. Pri rehabilitácii po zraneniach, alebo operáciách pohybového aparátu, je dôležité monitorovať a korigovať polohu ťažiska, aby sa zabezpečilo správne hojenie a minimalizovalo riziko opätovného zranenia. Fyzioterapeuti často hodnotia ťažisko ako súčasť diagnostiky funkčných odchýlok v pohybe a posture, ktoré sú nesmierne dôležité aj pri aplikácii protetických a ortotických pomôcok. Hodnotenie polohy ťažiska u človeka je nevyhnutné pre zabezpečenie stability u športovcov pre lepšiu kontrolu a efektivitu pohybu, minimalizáciu energetickej náročnosti, prevenciu zranení a zlepšenie výkonu. U starších ľudí, ktorí sú náchylnejší na pádové zranenia je dôležité venovať sa polohe ťažiska z dôvodu prevencie pádov. Správna poloha ťažiska umožňuje nielen lepší výkon v každodenných činnostiach a športe, ale aj podporuje dlhodobé zdravie a pohodu.

Úlohou zadania je stanovenie ťažiska a COP počas vzpriameného stoja s využitím viacerých techník. Cieľom je lepšie porozumenie týmto dôležitým parametrom a ich vplyvu na ľudské telo, čo má priamy dopad na zlepšenie výkonnosti a prevenciu zranení.

Pomôcky

1. plantograf
2. LabQuest 3
3. Go Direct Force a Acceleration Sensor
4. váha
5. rysovacie pomôcky
6. kalkulačka
7. podobarometer
8. celotelový 3D skener
9. Autodesk Meshmixer



Kontraindikácie:

Zisťovanie polohy ťažiska nie je vhodné pre osoby s akútnymi zraneniami dolných končatín, chrbtice alebo iných častí tela (zlomeniny, výrony, podvrtnutia), ktoré ovplyvňujú stabilitu.

Zápalové ochorenia kĺbov (napr. artritída) môžu spôsobiť bolesť a obmedziť schopnosť udržať stabilitu počas merania.

Neurologické poruchy (napr. Parkinsonova choroba, neuropatia) môžu ovplyvniť rovnováhu a schopnosť kontrolovať pohyb. Akútne vestibulárne problémy (závraty, poruchy rovnováhy) môžu skresliť výsledky merania. Psychické stavy ako úzkosť alebo panické poruchy môžu ovplyvniť schopnosť sústrediť sa a udržať stabilitu počas zisťovania polohy ťažiska. Absolvované operácie, amputácie alebo iné ochorenia PAČ, je potrebné zaznamenať do protokolu, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku použitia zariadení. Meraný subjekt je počas testovania oblečený do svetlej spodnej bielizne, resp. svetlého priliehajúceho oblečenia a je bosý (obr. 17). Respondent odloží všetky šperky a hodinky. Vlasý nesmú prekryvať krk a uši, aby nedošlo k ovplyvneniu výsledkov merania. Počas testovania respondent udržiava polohu tela podľa pokynov testujúceho.



Obr. 17 Meraný subjekt správne pripravený na testovanie (priliehavé oblečenie svetlej farby).

Súčasťou zadania je aj anamnéza subjektu (ochorenia pohybového ústrojenstva a pohybová aktivita). Získané údaje a merania je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek a vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Vyhotovené fotografie účastníka z každého merania sú súčasťou protokolu a slúžia na vyznačenie zistení testujúceho.

Výšetrovacie metódy

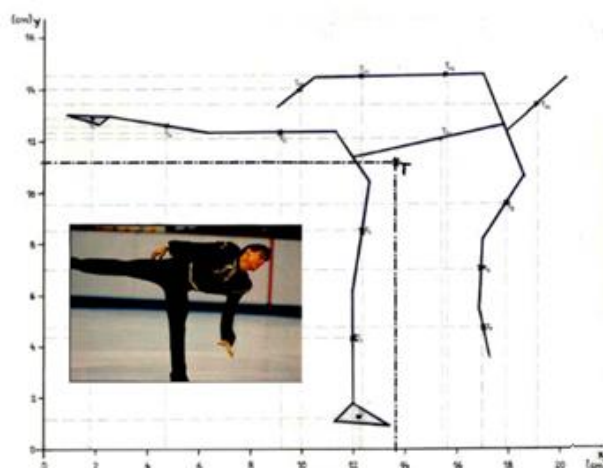
Winterova analytická metóda určovania ťažiska tela, stanovenie COP (priemetu ťažiska do podlažky) z plantogramu, určenie ťažiska pomocou podobarometrického vyšetrenia plosiek nôh, určenie ťažiska z 3D skenu celého tela subjektu.

WINTEROVA ANALYTICKÁ METÓDA URČOVANIA ŤAŽISKA TELA

Určovanie ťažísk jednotlivých segmentov je dôležité pri určovaní celkového ťažiska tela. Pre jednotlivé segmenty leží ťažisko na ich osi, na úsečke s krajnými bodmi v strede kĺbov ohraničujúcich segment. Pri určení ťažiska tela a jeho segmentov pomocou bežne používaných

postupov vychádzame z predpokladu, že každý segment predstavuje dokonale tuhé teleso. Táto situácia samozrejme nezodpovedá realite. Na základe polôh ťažísk jednotlivých segmentov a hmotnosti týchto segmentov je možné výpočtom stanoviť ich súradnice na osi x, y, z.

Grafické znázornenie použitia analytickej metódy pri určení ťažiska tela zo záznamu pohybu je na obr. 18.



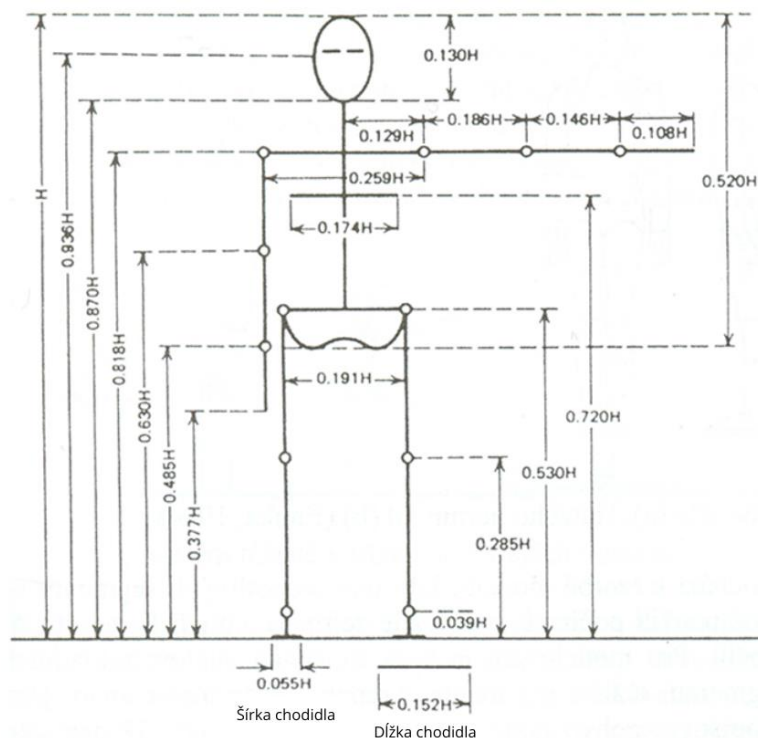
Obr. 18 Grafická reprezentácia celkového ťažiska a ťažísk jednotlivých segmentov vo vybranej polohe.

Hmotnosť segmentov tela (obr. 19) je možné zistiť na základe znalosti celkovej telesnej hmotnosti a výšky jedinca. Prvý vychádza z percentuálneho rozdelenia celkovej hmotnosti (Tab. 1).

Tab. 1 Winterova tabuľka.

časť tela	m segmentu / celková m	Uloženie ťažiska/dĺžka		Polomer otáčania/dĺžka segmentu		
		Proximal	Distal	C of G	Proximal	Distal
Ruka (zápästie/ hánka II)	0,006	0,506	0,494	0,297	0,587	0,577
Predlaktie (Lakteť/ ulnar styloid)	0,016	0,43	0,57	0,303	0,526	0,647
Rameno (G/H jt/ lakeť)	0,028	0,436	0,564	0,322	0,542	0,645
Predlaktie + ruka (lakteť/ulnar styloid)	0,022	0,682	0,318	0,468	0,827	0,565
Horná končatina (G/H jt/ ulnar styloid)	0,05	0,53	0,47	0,368	0,645	0,596
Chodidlo (Lat. mall/hd. MT2)	0,0145	0,5	0,5	0,475	0,69	0,69
Predkolenie (Fem. Cond/ med. Mall)	0,0465	0,433	0,567	0,302	0,528	0,643
Stehno (Gr. troch/ fem. Cond)	0,1	0,433	0,567	0,323	0,54	0,653
Chodidlo + predkolenie (fem. Cond./med. Mall)	0,061	0,606	0,394	0,416	0,735	0,572
Dolná končatina (Gr. troch/ med. Mall)	0,161	0,447	0,553	0,326	0,56	0,65

Pojmy z tabuľky: Ulnar styloid (process) - lakťový násadcovitý výbežok; G/H jt (glenohumeral joint) - ramenný kĺb; Lateral malleolus - vonkajší členok; Greater trochanter - veľký trochanter, chochol (stehnovej kosti); Medial malleolus - vnútorný členok; Femoral condyle - kĺbový hrbček (hlavica) stehnovej kosti; Hd MT2 (Head of Metatarsal Bone II) - hlavica predpriehlavkovej kosti II



Obr. 19 Relatívne hodnoty segmentov podľa Wintera (H = výška tela).

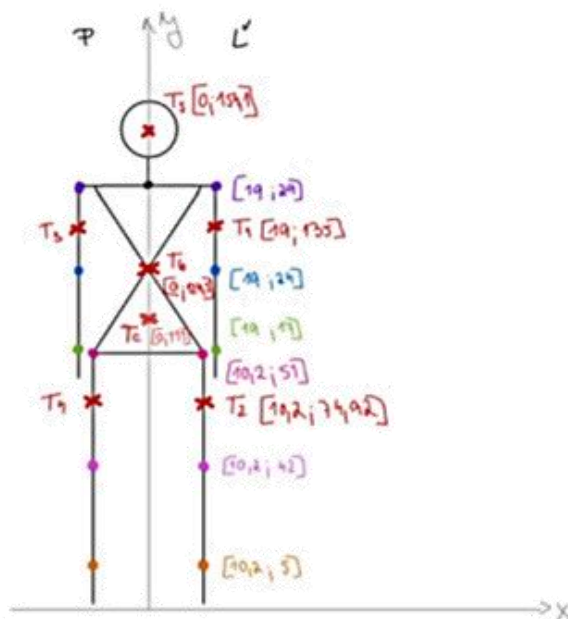
Poloha centrálného ťažiska tela v danej polohe sa môže určiť analytickou metódou. Vychádza sa zo známej polohy a hmotnosti jednotlivých segmentov, z ktorých je telo tvorené. Výpočet súradníc ťažiska:

$$x_T = \frac{\sum_1^n x_i m_i}{\sum_1^n m_i} \quad y_T = \frac{\sum_1^n y_i m_i}{\sum_1^n m_i} \quad z_T = \frac{\sum_1^n z_i m_i}{\sum_1^n m_i} \quad [\text{m}],$$

kde x_T , resp. y_T , resp. z_T sú súradnice osi x , y , resp. z celkového ťažiska tela, m_i sú hmotnosti jednotlivých segmentov, x_i , resp. y_i , resp. z_i sú súradnice ťažísk čiastkových segmentov na príslušných osiach.

Postup:

1. Zostrojte paličkový model postury participanta v príslušnej mierke a označeným referenčného bodu a súradnicového systému v požadovaných rovinách.
2. Na základe antropometrických údajov (hmotnosť, výška, dĺžka segmentov) a Winterovej tabuľky určte polohy ťažísk segmentov v príslušných rovinách a následne určte a zakreslite aj celkové ťažisko subjektu v priestore.

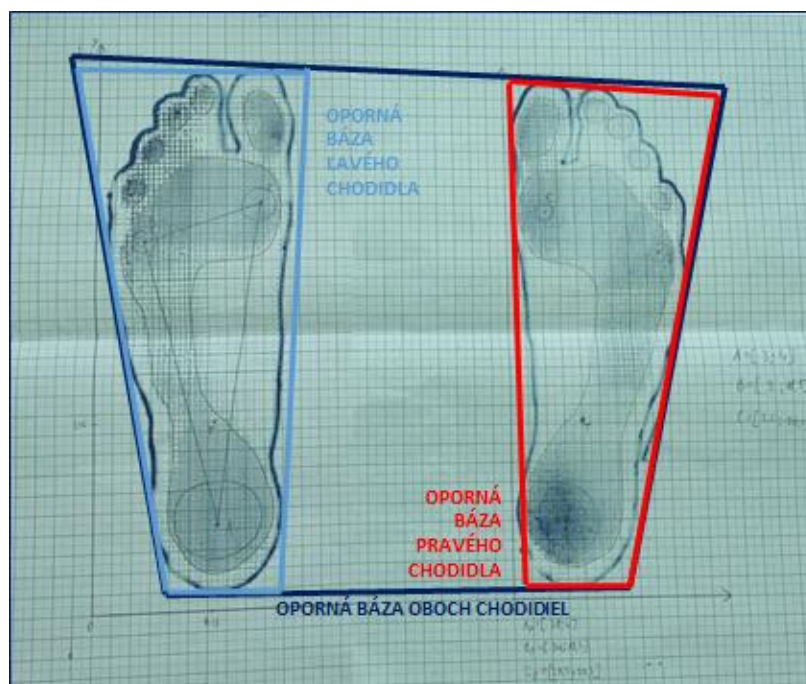


3. Určte polohu priemetu ťažiska do podložky (CoP).

STANOVENIE COP (PRIEMETU ŤAŽISKA DO PODLOŽKY) Z PLANTOGRAMU

Postup:

1. Na plantograme oboch chodidiel vyznačte opornú bázu a zistite veľkosť opornej plochy a opornej bázy jednotlivých chodidiel ale aj chodidiel spolu.



2. Pomocou analytického prístupu (popísaný v predchádzajúcej metóde) zistite parametre uvedené v protokole.

URČENIE ŤAŽISKA POMOCOU PODOBAROMETRICKÉHO VÝŠETRENIA PLOSIK NÔH

Postup:

1. Podobarometer pripojte k PC a spustíte príslušnú aplikácia „**Presscam**“. V Menu je potrebné zvoliť záložku „**Patient**“ a vyplniť karty meraného (priezvisko, meno, dátum narodenia, pohlavie, výška, hmotnosť, veľkosť nohy a dominantná noha). Po vyplnení požadovaných informácií sa karty pacienta uložia stlačením ✓.

The screenshot shows the 'Presscam - BV201_Pokus Pokus' application window. The 'Patient' tab is selected in the top menu. The form is divided into two main sections: 'Patient' and 'Contact'.

Patient Section:

- Created on: 14/10/2024
- By: ADMIN
- Name: Novotný
- First name: Peter
- Birth date: 24/10/2001 (22 years)
- Birth place: [empty]
- Sex: M
- Profession: [empty]
- Height: 172 cm
- Weight: 75 Kg
- Foot size: 41,0
- Dominant foot: [empty]

Contact Section:

- Address: [empty]
- City code: [empty]
- City: [empty]
- Phone: [empty]
- Landline: [empty]
- Mobile: [empty]
- Office: [empty]
- E-mail: [empty]

The screenshot shows the 'Presscam - Novotný Peter' application window. The 'Exam' tab is selected in the top menu. The form is divided into several sections: 'Exam', 'Clinical exam', 'Shoes type', 'Wear shoes', and 'Correspondent'.

Exam Section:

- Date: 14/10/2024
- User: ADMIN
- Title: [empty]
- 22 years
- Foot size: 41,0
- Height: 172 cm
- Weight: 75 Kg
- Complaint: [empty]
- Case history: [empty]
- Note: [empty]

Clinical exam Section:

- Left: [empty]
- Right: [empty]
- Shoulder: [empty]
- Pehis: [empty]
- Pehis: [empty]
- Lower Extremity: [empty]
- Leg Length: [empty]
- Knee: [empty]
- Foot: [empty]
- Heel: [empty]
- Fore foot: [empty]
- Metatarsian and digital formulas: [empty]
- Greek foot: [empty]
- Square foot: [empty]
- Egyptian foot: [empty]

Shoes type Section:

- City: [empty]
- Sport: [empty]
- Medical: [empty]
- Others: [empty]
- With heel: [empty]
- Flat: [empty]
- Made-to-measure: [empty]

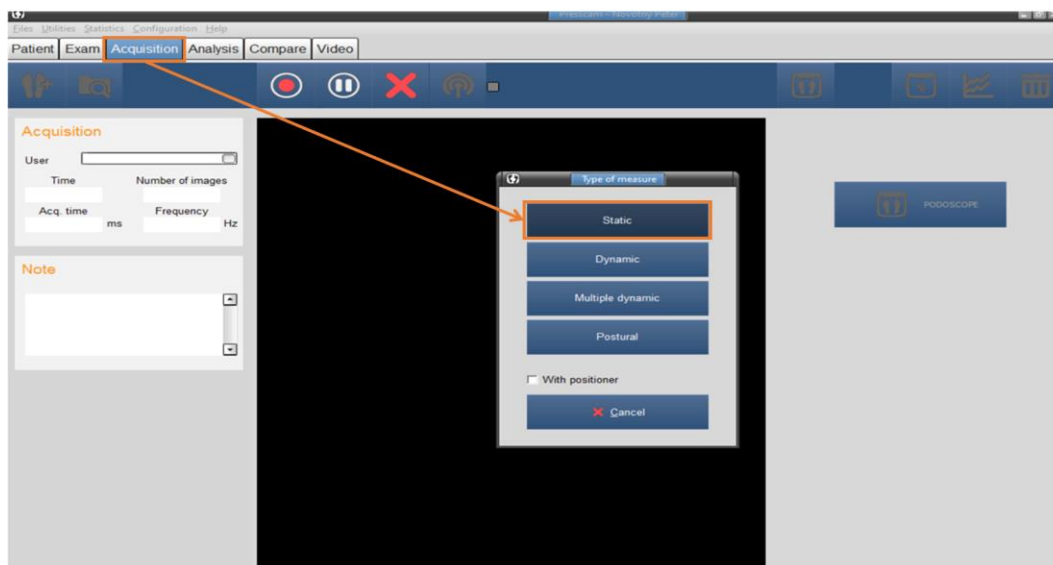
Wear shoes Section:

- Antero intern: [empty]
- Antero external: [empty]
- Postero intern: [empty]
- Postero external: [empty]

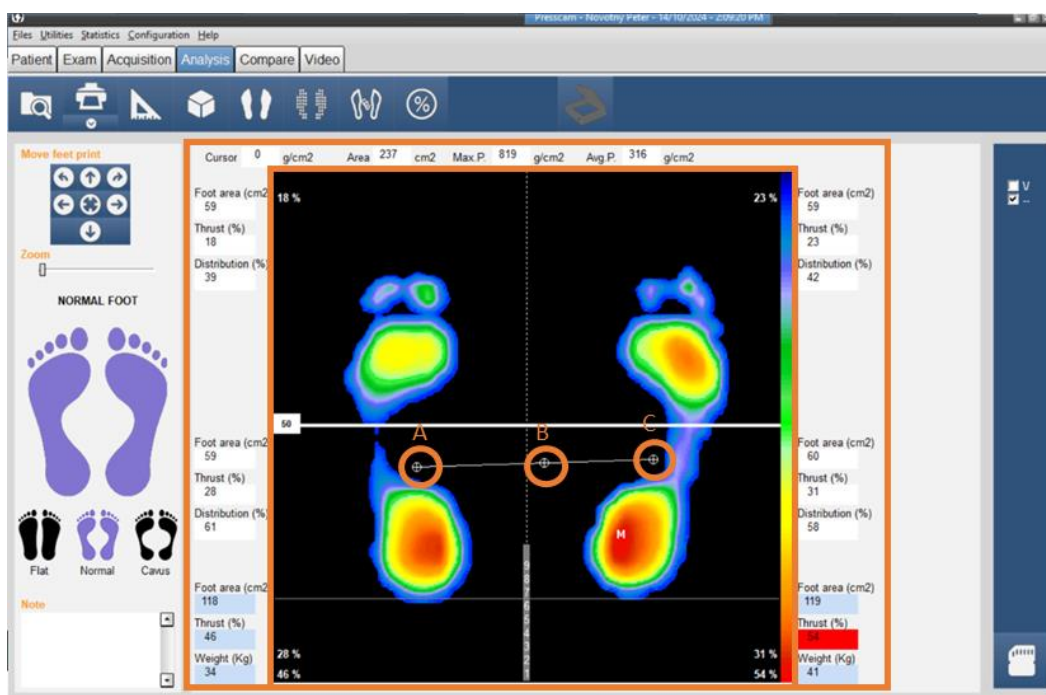
Correspondent Section:

- Sent by: [empty]
- Date: [empty]
- Note: [empty]

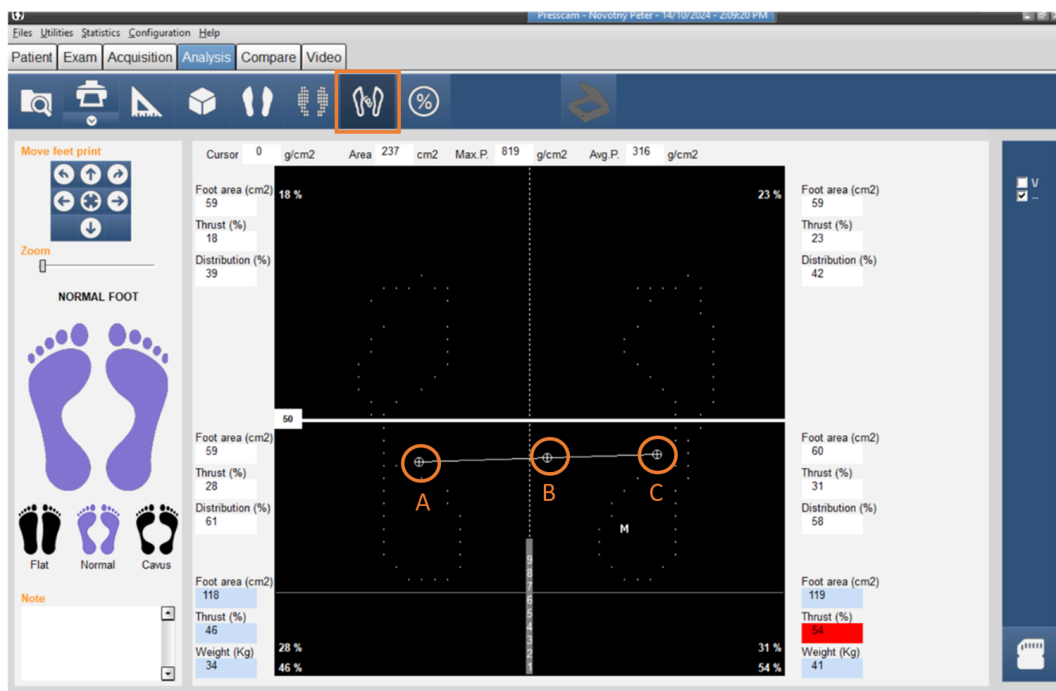
2. Následne v Menu zvolíte záložku „**Acquisition**“, kde v ponuke „**Type of measure**“ vyberte možnosť „**Static**“ meranie.



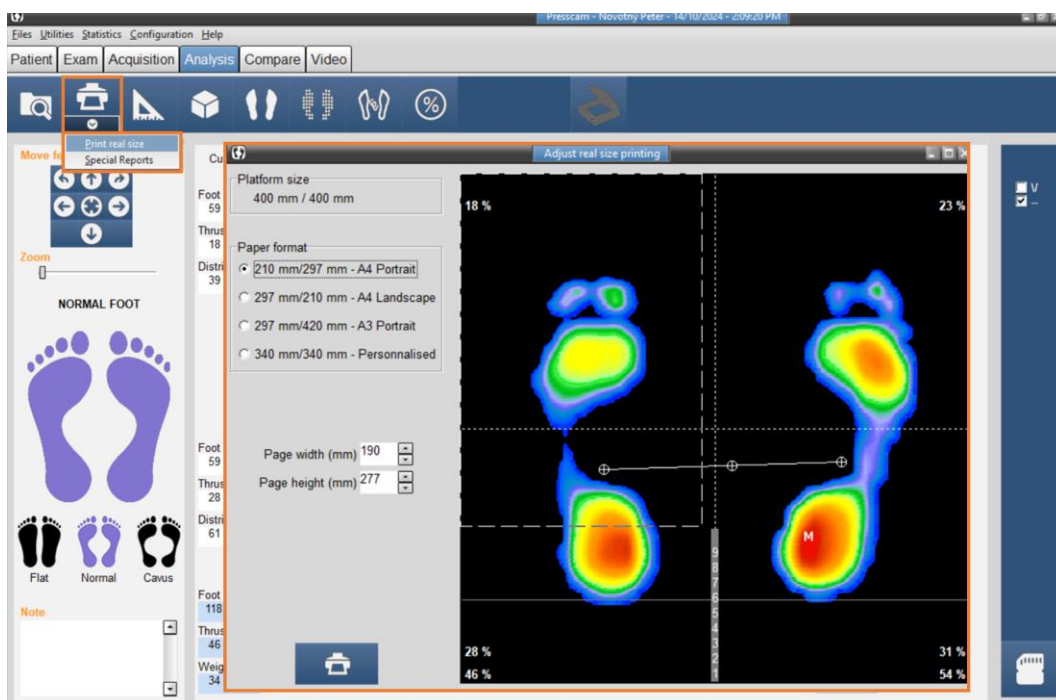
3. Počas merania stojí vyšetrovaný subjekt na plošine podľa inštrukcií vyšetrujúceho. Meranie spustíte stlačením ikony .
4. Výstup (grafická reprezentácia rozloženia tlakov vo forme farebnej mapy) sa automaticky zobrazí na obrazovke a vyšetrovaný môže opustiť plošinu podobarometra. Na výstupe sú zobrazené polohy celkového ťažiska (B) a polohy ťažísk ľavej (A) a pravej nohy (C). Vo vyznačenom ráme sú uvedené aj parametre merania, ako plocha kontaktu predonožia, zadonožia pre každé chodidlo.



4. Pre určenie polohy postačuje aj výstup pre zobrazenie ťažiska, kde sú zvýraznené len obrysy rozloženia tlaku od chodidiel a 3 body, ktoré reprezentujú polohu ťažiska ľavého chodidla (A), pravého chodidla (C) a celkového chodidla (B).



5. Pre získanie výstupu súradníc ťažiska je potrebné výstup exportovať funkciou „**Print**“, kde z ponúknutých možností zvolíte „**Print real size**“, voľbu potvrdíte stlačením ikonky .

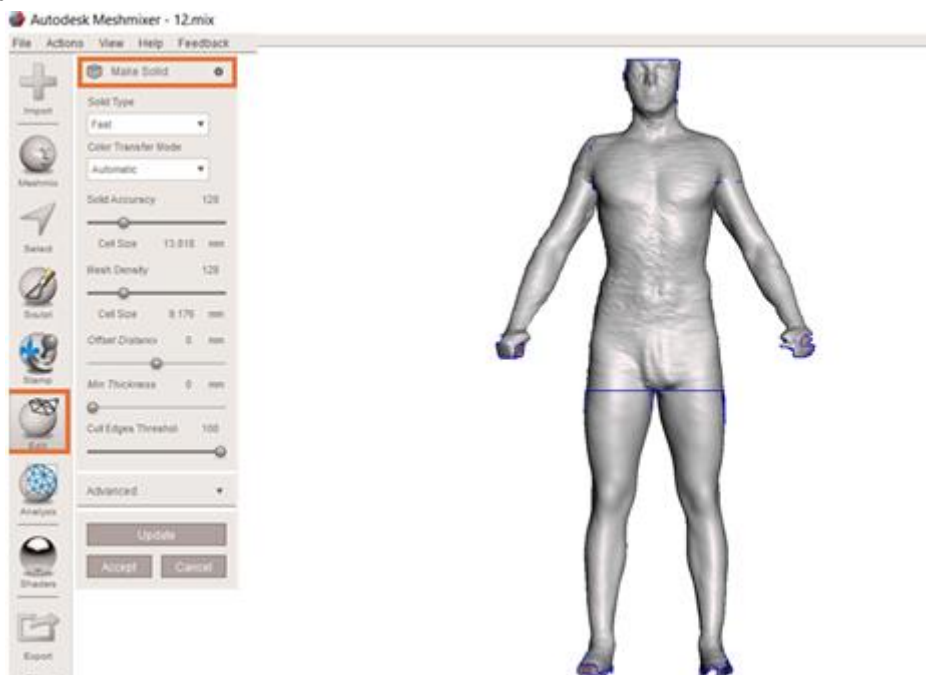


URČENIE ŤAŽISKA Z 3D SKENU CELÉHO TELA SUBJEKTU

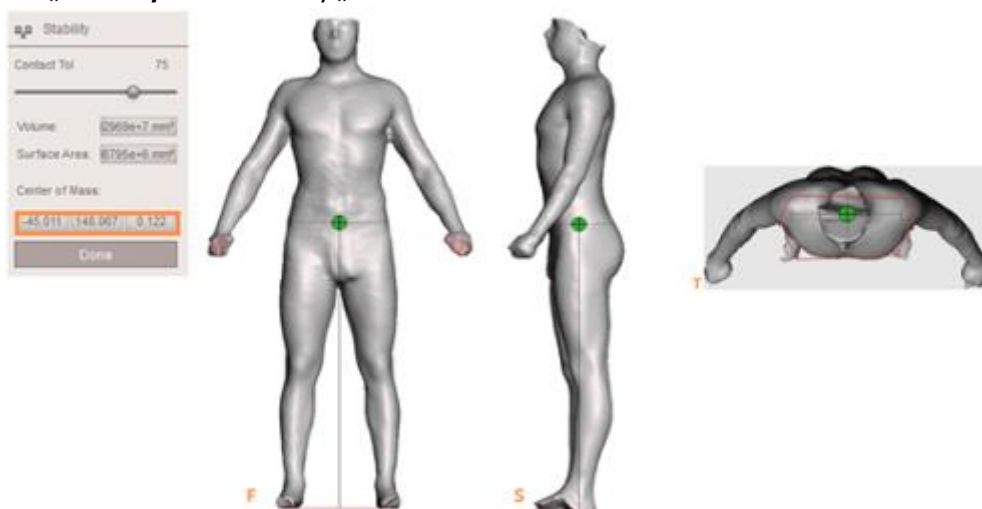
Pre určenie ťažiska zo skenu celého tela použite program „Autodesk Meshmixer“. Informácie o 3D skeneri ako aj metodike skenovania sú uvedené na strane č. 32.

Postup:

1. Pre importovanie modelu spustíte program „**Meshmixer**“ a v hlavnom menu vyberte možnosť „**Import**“. Následne načítajte 3D model získaný zo skeneru.
2. Pred výpočtom ťažiska je potrebné skontrolovať, či je model bez chýb. Kliknite na „**Analysis**“ v hlavnom menu a vyberte „**Inspector**“. Tento nástroj nájde a opraví prípadné diery alebo nepravidelnosti na povrchu modelu.
3. Aby bolo možné určiť ťažisko, model musí byť spracovaný ako pevné teleso. V prípade, že model obsahuje len povrchovú geometriu, prejdite do sekcie „**Edit**“ a vyberte možnosť „**Make Solid**“. Nastavte požadovanú kvalitu a presnosť a potvrdte vytvorenie pevného telesa.



4. Pre výpočet ťažiska prejdite na panel „**Analysis**“ v hlavnom menu a zvolte možnosť „**Stability**“. Tento nástroj automaticky vypočíta ťažisko modelu a označí ho na obrazovke ako malú farebnú guľôčku umiestnenú na tele modelu. Súradnice ťažiska sú zobrazené v paneli „**Stability**“ ako hodnoty „**Center of Mass**“.

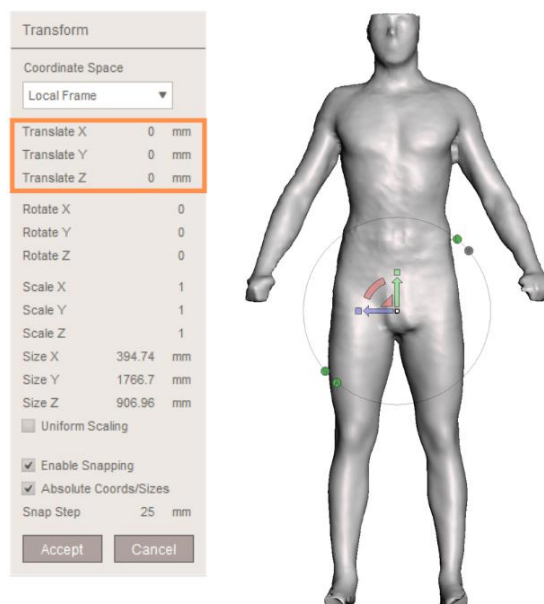


V programe „**Meshmixer**“ je súradnicový systém štandardne definovaný tak, že východiskový bod (0; 0; 0) sa nachádza v strede 3D modelu, ak model neobsahuje žiadnu preddefinovanú súradnicovú pozíciu.

Ako určuje „**Meshmixer**“ súradnicový systém:

- Východiskový bod (0; 0; 0): Pri importe modelu „**Meshmixer**“ automaticky zarovná model do scény s použitím tohto východiskového bodu ako referencie. Súradnicová os X smeruje zľava doprava, os Y od prednej časti scény smerom dozadu a os Z vertikálne nahor.
- Orientácia modelu: Ak model obsahuje súradnicové informácie už z iného softvéru (napr. zo skenera), „**Meshmixer**“ ho automaticky zarovná podľa týchto súradníc. V takom prípade môže byť umiestnenie modelu voči súradnicovému systému scény odlišné a je potrebné ho zmeniť v časti „**Transform**“ funkciou „**Translate**“.

Ak model nemá preddefinované súradnice, zarovná ho tak, aby sa zmestil do scény, pričom môže byť umiestnený v blízkosti stredu modelu alebo nad východiskovým bodom.

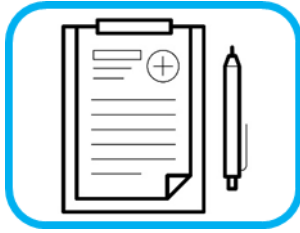


Prílohy

Plantogram, výstup z podobarometra, sken celého tela.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie polohy celkového ťažiska tela meraného subjektu pomocou jednotlivých metód a ich vzájomné porovnanie. V závere uveďte zhodnotenie výhod a nevýhod jednotlivých metód. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Stabilometria

Zadanie

Stabilometria má široké uplatnenie v medicíne, športovej výkonnosti a rehabilitácii. Poskytuje dôležité informácie o schopnosti človeka udržať rovnováhu, čo je kľúčové pre prevenciu pádov, optimalizáciu športového tréningu a úspešnú rehabilitáciu po zraneniach či operáciách. Jej význam spočíva v presnej diagnostike a možnosti personalizovaného prístupu k liečbe a prevencii rôznych zdravotných problémov.

Cieľom je sledovanie parametrov stability vo vybraných polohách v stoj (stoj na šírku panvy s otvorenými očami (OO), stoj znožný s OO a stoj znožný so zatvorenými očami (ZO)) pomocou stabilometrických vyšetrení na podobarometri, pomocou systému Vernier a Y-ovej skúšky rovnováhy.

Pomôcky:

1. Go Direct Force and Acceleration Sensor
2. LabQuest 3
3. kalkulačka
4. váha
5. krajčírsky meter
6. rysovacie pomôcky
7. pásky na pripevnenie senzoru
8. podobarometer



Kontraindikácie:

Stabilometria nie je vhodná pre osoby s akútnymi zraneniami dolných končatín alebo chrbtice (zlomeniny, podvrtnutia, výrony), ktoré ovplyvňujú stabilitu. Zápalové ochorenia kĺbov (napr. artritída) môžu spôsobiť bolesť a obmedziť schopnosť správne reagovať na testy. Závažné neurologické poruchy (napr. Parkinsonova choroba, neuropatia) môžu narušiť rovnováhu a spôsobiť nesprávne výsledky. Akútne vestibulárne poruchy (napr. závraty, Meniérova choroba) môžu ovplyvniť schopnosť udržiavať stabilitu. Psychologické alebo psychiatrické stavy (napr. silná úzkosť) môžu negatívne ovplyvniť výkon pri testovaní. Osoby s ťažkými deformáciami nôh alebo problémami s rovnováhou môžu mať nepresné výsledky. Vizualne postihnutie tiež predstavuje významné riziko, keďže môže negatívne ovplyvniť schopnosť udržať stabilitu a rovnováhu počas testu.

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku použitia zariadení.

Testovaný jedinec je počas testovania bosý, z hygienických dôvodov môže mať obuté ponožky. Počas merania balansu nie je prípustné vykonávať kompenzačné pohyby, t.j. nakláňať sa, ohýbať horné končatiny a pod., aby nedošlo k ovplyvneniu výsledkov merania. Respondent si odloží všetky šperky a hodinky, oblečenie nesmie obmedzovať vykonávanie testov. Počas testovania sa respondent riadi podľa pokynov testujúceho.

Súčasťou zadania je aj anamnéza subjektu (ochorenia pohybového ústrojenstva a pohybová aktivita). Získané údaje a merania je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek a vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Vyhotovené fotografie účastníka z každého merania sú súčasťou protokolu a slúžia na vyznačenie zistení testujúceho.

Merania vo všetkých polohách budú vykonávané s otvorenými aj zatvorenými očami. Polohy pre meranie sú: stoj na šírku panvy, stoj znožmo, stoj na jednej končatine (obr. 20).



Obr. 20 Polohy merania počas stabilometrie.

Výšetrovacie metódy

Sabilometrické vyšetrenie pomocou podobarometra, Test rovnováhy pomocou systému Vernier a Y-ová skúška rovnováhy.

STABILOMETRICKÉ VYŠETRENIE POMOCOU PODOBAROMETRA

Podobarometer Press-cam V5 je zariadenie, pomocou ktorého je možné vykonávať statickú, dynamickú a posturologickú analýzu chodidla. Vyhodnocuje v reálnom čase distribúciu tlakov na ploškách chodidiel. Hodnotiť je možné rozloženie hmotnosti medzi pravou a ľavou dolnou končatinou, predozadnú distribúciu tlakov na chodidle, ako aj analyzovať miesta so zvýšeným tlakom, stanoviť a posúdiť správnosť polohy priemetu ťažiska.

Stabilometrický test je realizovaný v trvaní 30 s, kedy subjekt stojí na podobarometrickej platni bez obuvi podľa pokynov vyšetrujúceho.

Postup:

1. Nastavenie podobarometra:

Podobarometer pripojte k PC a spustíte príslušnú aplikáciu „**Presscam**“. V menu zvolíte záložku „**Patient**“ a vyplníť kartu meraného (priezvisko, meno, dátum narodenia, pohlavie, výška, hmotnosť, veľkosť nohy a dominantná noha). Po vyplnení požadovaných informácií sa karta pacienta uloží stlačením ✓.

The screenshot shows the 'Presscam' application window with the 'Patient' tab selected. The form contains the following fields:

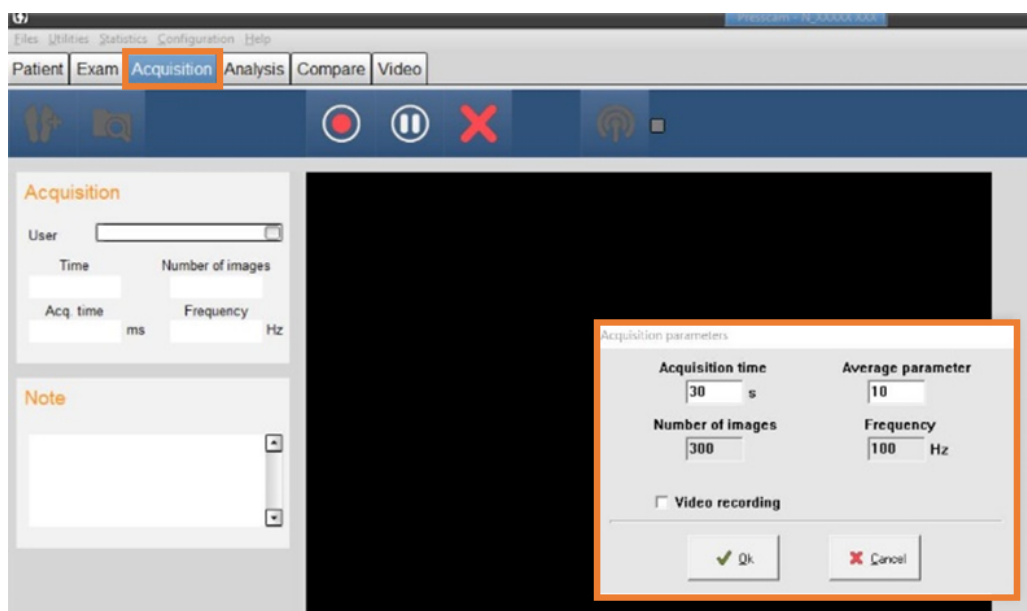
- Created on:** 26/04/2024
- By:** ADMIN
- Name:** N_XXXXX
- First name:** XXX
- Birth date:** 01/01/2000 (24 years)
- Birth place:** [empty field]
- Sex:** F
- Profession:** [empty dropdown]
- Height:** 173 cm
- Weight:** 69 Kg
- Foot size:** 39,5
- Dominant foot:** [empty dropdown]

2. Následne v ponuke menu zvolíte záložku „**Acquisition**“, kde v ponuke „**Type of measure**“ vyberte možnosť „**Postural**“ meranie.

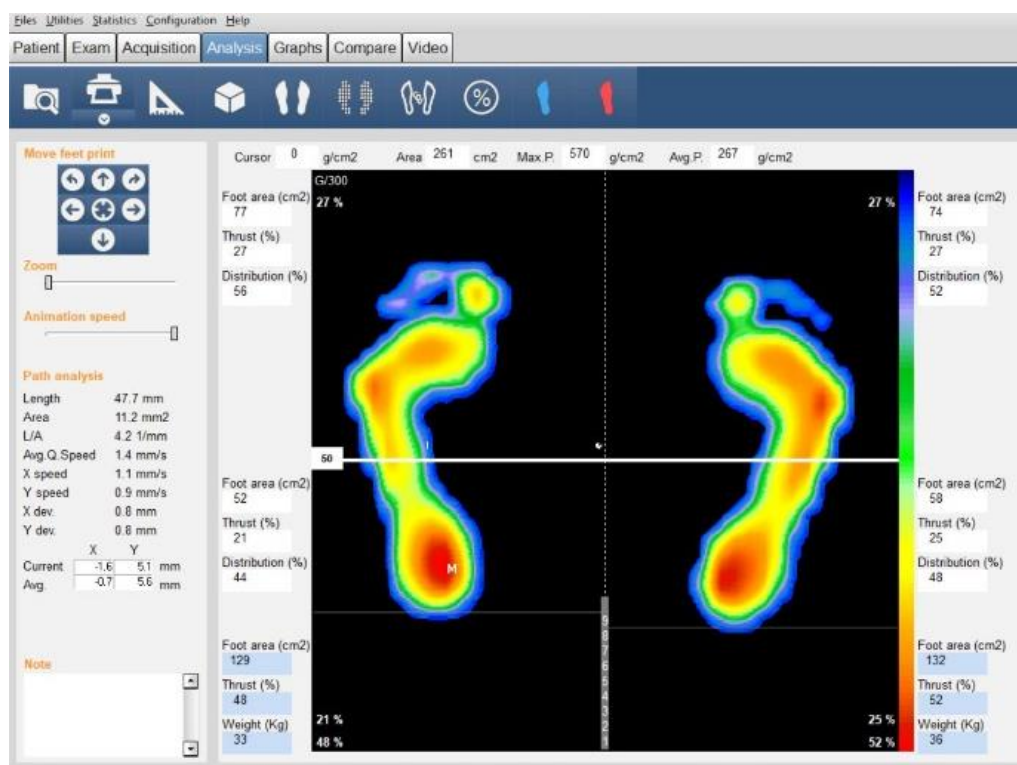
The screenshot shows the 'Presscam' application window with the 'Acquisition' tab selected. The 'Type of measure' dialog box is open, showing the following options:

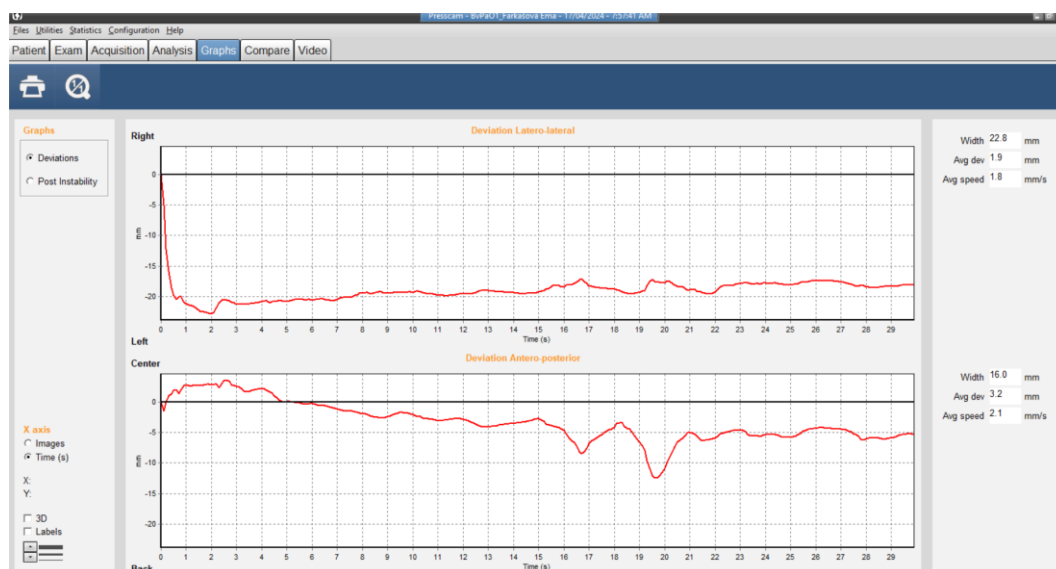
- Static
- Dynamic
- Multiple dynamic
- Postural** (highlighted with an orange box)
- ☐ With positioner
- Cancel

3. Test spustíte stlačením ikony , ktorá otvorí okno „**Aquisition parameters**“, kde je potrebné nastaviť čas trvania testu na 30 s. Voľbu následne potvrdíte stlačením .



4. Počas testu stojí vyšetrovaný subjekt na plošine podľa inštrukcií vyšetrujúceho. Po uplynutí zadaného času sa test automaticky ukončí a vyšetrovaní môže opustiť plošinu podobarometra. Na obrázku je výstup z testu po 30 sekundách



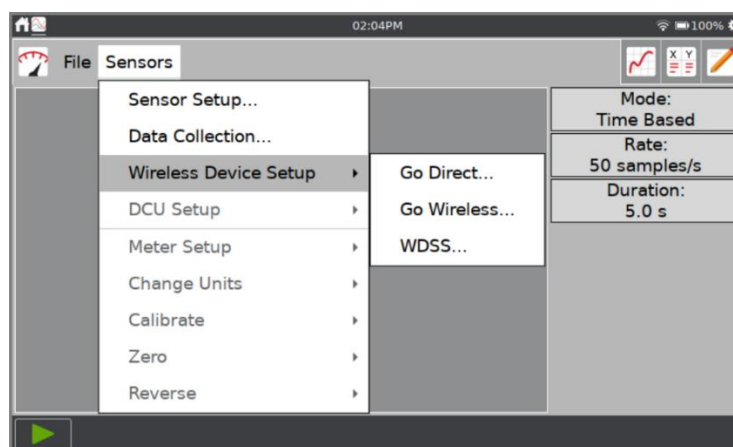


5. Meranie opakujte vo všetkých 3 polohách (s chodidlami na šírku panvy, s päťami a špičkami pri sebe, na jednej nohe) s otvorenými aj zatvorenými očami.

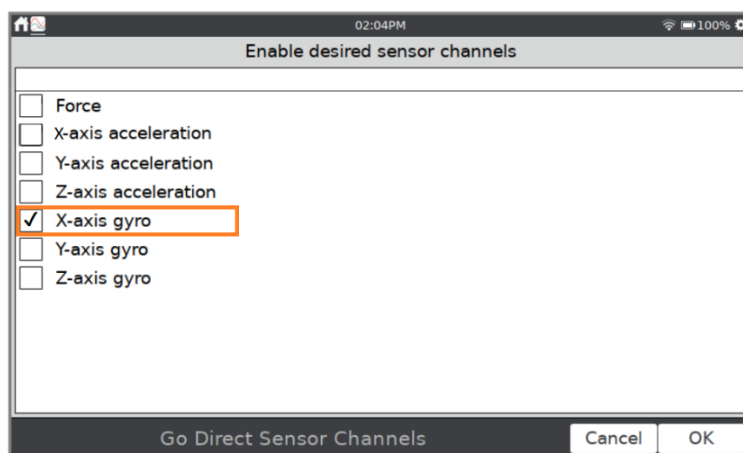
TEST ROVNOVÁHY POMOCOU SYSTÉMU VERNIER

Postup:

1. Zapnite zariadenie LabQuest 3 stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Po zapnutí spustíte aplikáciu „LabQuest App“ v ktorej zvolíte možnosť „File“ a následne „New“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa v momente na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „Sensors“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti. Výberom možnosti „Go Direct“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka bliká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „OK“. Spustíte aplikáciu „Graphical Analysis“ a pripojte Go Direct Force and Acceleration Sensor.



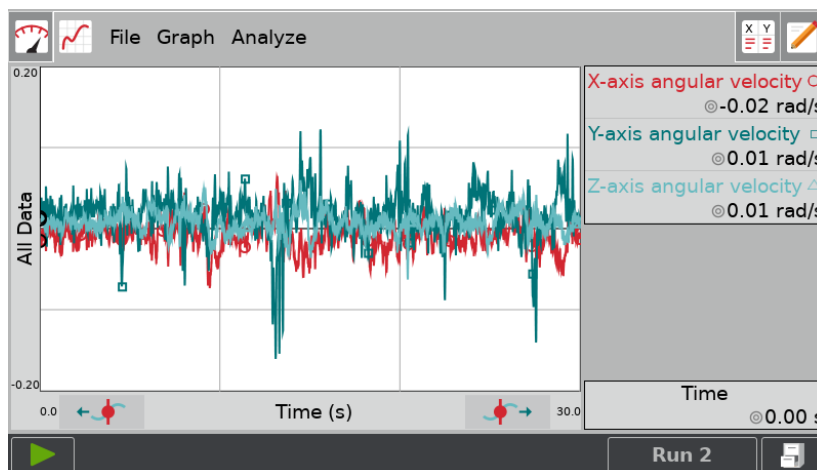
2. Kliknite na merací prístroj senzora a vyberte "Sensor Channels" pre prístup k konfiguračnej obrazovke. Vyberte kanál X-ovej osi gyroskopu a kliknite na "OK".



3. Nastavte frekvenciu vzorkovania na 100 vzoriek/sekundu a dĺžku zberu dát na 30 sekúnd.
4. Senzor pripevnite na telo subjektu pomocou lepiacich pásovk.



5. Následne kliknite na ikonku ► v ľavom dolnom rohu, čím sa spustí zber dát.

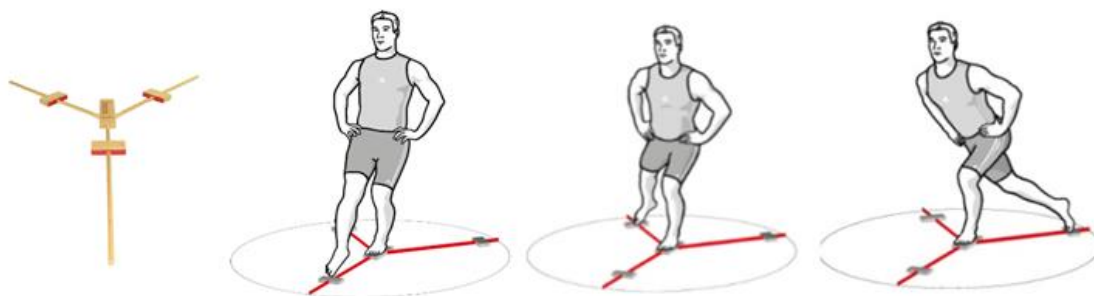


6. Počas testu vyšetřovaný subjekt zaujme polohu podľa inštrukcií vyšetřujúceho. Po uplynutí zadaného času sa test automaticky ukončí.
7. Meranie opakujte vo všetkých 3 polohách (s chodidlami na šírku panvy, s päťami a špičkami pri sebe, na jednej nohe) s otvorenými aj zatvorenými očami.

Y-OVÁ SKÚŠKA ROVNOVÁHY

Y Balance Test (YBT) je test na meranie dynamickej stability a určenie potenciálneho rizika zranenia dolnej končatiny. Je modifikovanou verziou Star Excursion Balance Testu (SEBT) a bol vytvorený na zlepšenie jeho praktickosti a dostupnosti. YBT test predstavuje pomerne jednoduchý spôsob testovania motorickej kontroly probanda, ako aj demonštrácie jeho funkčnej symetrie, pričom umožňuje rozdeliť telo na jednotlivé segmenty a sledovať optimálne pohybové vzory v záťaži. Počas testovania subjektu je potrebné udržiavanie rovnováhy, sily, koordinácie a stability na jednej nohe so súčasným posunom druhej nohy po mernej podložke v tvare písmena Y čo najďalej, a to v troch rôznych smeroch - anteriórne, postero-laterálne a postero-mediálne. Dynamická stabilita, ktorú YBT testuje, závisí od faktorov ako svalová sila, flexibilita a lumbopelvicná stabilita.

Na meranie sa využíva Y-ový vzor umiestnený na podložke, ktorý pozostáva zo stredu, v ktorej sú všetky tri časti anteriórneho, postero-mediálneho a postero-laterálneho komponentu stretávajú (obr. 21). Zadné ramená sú umiestnené 135° od predného a navzájom medzi sebou zvierajú uhol 90° . Na každom z ramien sa nachádza rozsahový ukazovateľ. [14]



Obr. 21 Y-ová skúška rovnováhy, Y-ový vzor na podložke, priebeh testu (zľava doprava).

Test sa uskutočňuje v stoji na jednej nohe, kedy sa proband druhou nohou pokúša dosiahnuť čo najďalej vo všetkých troch smeroch. Pohyb musí byť plynulý, nesmie sa na druhú nohu zväžiť ani sa nijak podprieť. Pri nesplnení tejto podmienky je nutné test opakovať.

Všetky pohyby sa vykonávajú trikrát (po vykonaní každého je potrebné vrátiť sa do začiatkovej pozície (obr. 22). Zaznamenáva sa dosiahnutá vzdialenosť v každom smere. Z týchto hodnôt bude vypočítaný aritmetický priemer, ktorý tvorí rozsah pohybu pri balansovaní na jednej nohe.



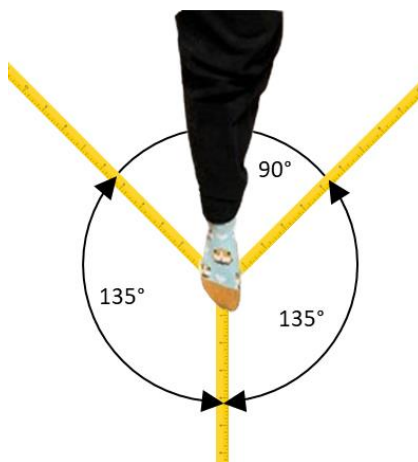
Obr. 22 Priebeh realizácie Y-ového testu rovnováhy.

Konečné rozsahové hodnoty sú normalizované vzhľadom k funkčnej dĺžke končatiny meranej od predného horného hrebienka bedrovej kosti (spina iliaca anterior superior) po vnútorný členok (malleolus medialis) a vypočítaním kompozitného skóre. Ako variantu testovania je možné využiť aj absolútne a relatívne skóre:

- Absolútne skóre = $\frac{\text{súčet výsledkov z troch vyšetovaných smerov}}{3}$, (cm).
- Relatívne skóre = $\frac{\text{dosiahnutá vzdialenosť}}{\text{dĺžka končatiny}} \cdot 100$, (%).
- Kompozitné skóre = $\frac{\text{súčet výsledkov z 3 vyšetovaných smerov}}{3 \cdot \text{dĺžka končatiny}} \cdot 100$, (%).

Postup:

1. Vytvorte na zemi pomocou lepiacej pásky Y-ový vzor. Zadné ramená sú umiestnené 135° od predného a navzájom medzi sebou zvierajú uhol 90°. Meraný subjekt sa postaví predonožím do stredu Y.



2. Test sa uskutočňuje v stoji na jednej nohe, kedy sa proband druhou nohou pokúša dosiahnuť čo najďalej vo všetkých troch smeroch. Pohyb musí byť plynulý, nesmie sa na druhú nohu zväžiť ani sa nijak podporiť. Pri nesplnení tejto podmienky je nutné test opakovať.

Testovaný jedinec pred začiatkom merania platných pokusov vykoná každou dolnou končatinou 3 skúšobné pokusy pre lepšie pochopenia správneho prevedenia testovania.

3. Testovaná osoba začína testovanie tromi pokusmi v anteriórnom smere s rukami voľne vedľa tela. Po troch platných pokusoch vymení stojnú pravú nohu za ľavú a znova vykonáva tri platné pokusy. Následne vykonáva pohyb v postero-mediálnom smere a nakoniec v smere postero-laterálnom.
4. Všetky tri pokusy v každom smere sú zaznamenané a najlepší z nich je následne použitý pre ďalšie merania a detailnejšiu anamnézu. Vypočítajte skóre testu.

Prílohy

Plantogram, výstup z podobarometra, sken celého tela.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie stability meraného subjektu, jednotlivých metód a ich vzájomné porovnanie. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.

2 BIOMECHANIKA DÝCHANIA



Biomechanika dýchania sa zaoberá štúdiom pohybov a síl, ktoré sa podieľajú na procese dýchania, a ich vplyvom na zdravie a funkciu dýchacieho systému.

Biomechanika dýchania pomáha lepšie pochopiť, ako sa pohybujú rôzne štruktúry (ako sú pľúca, bránica, medzirebrové svaly, a rebrá) počas vdychu a výdychu. Efektívne fungovanie týchto štruktúr je nevyhnutné pre optimálny prenos kyslíka a vyprázdňovanie oxidu uhličitého z tela. Bránica je kľúčovým svalom pre správne dýchanie. Správna biomechanika zahŕňa pohyb bránice, ktorá sa pohybuje nahor a nadol pri každom nádychu a výdychu. Problémy s pohybom bránice, ako je jej obmedzená pohyblivosť, môžu viesť k nesprávnemu dýchaniu a preťaženiu ďalších dýchacích svalov. Svalová dysbalancia v oblasti bránice, krku, či medzirebrových svalov môže ovplyvniť mechaniku dýchania a viesť k problémom ako sú bolesti, ťažkosti s dýchaním alebo znížená kapacita pľúc.

Dýchacie techniky a ich biomechanika sú často súčasťou tréningových programov pre vrcholových športovcov, pretože správna technika dýchania môže zlepšiť výdrž, zvýšiť výkon a pomôcť efektívne využívať kyslík pri fyzickej námahe.

Nesprávna biomechanika dýchania (napríklad napätie v určitých svaloch alebo nesprávne držanie tela) môže tiež znížovať kapacitu pľúc a zhoršovať dýchacie funkcie. Nesprávne techniky dýchania môžu viesť k rôznym problémom, ako sú chronické bolesti chrbta, únava, astma alebo chronická obštrukčná choroba pľúc (COPD), môžu znížovať výkon a zvyšovať riziko zranení.

V konečnom dôsledku, porozumenie biomechanike dýchania a správne techniky dýchania majú zásadný vplyv na naše celkové zdravie, pohodu a výkonnosť.



Kľúčové slová

Dýchanie, nádych, výdych, bránica, sEMG

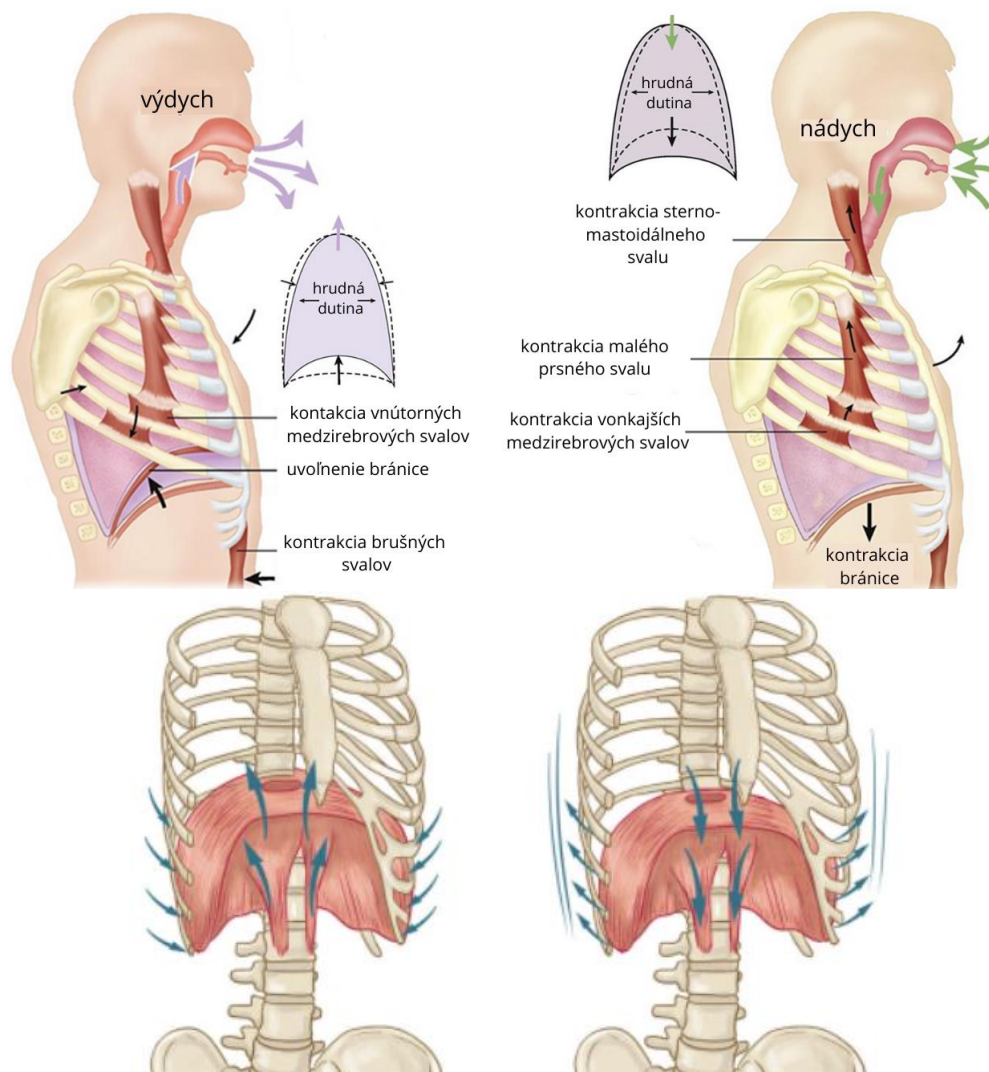


Dýchanie, niekedy respirácia (lat. respiro; spiro = dýchať) alebo ventilácia, je fyziologický proces výmeny plynov, prevažne kyslíka a oxidu uhličitého, pomocou vdychovania a vydychovania vzduchu. Je to vitálna funkcia a základná podmienka zachovania života. Dýchanie je proces, nevyhnutný pre prežitie, ktorý prebieha automaticky, bez toho, aby v pokoji bolo potrebné vôľové úsilie. Dýchanie vieme kedykoľvek na chvíľu zastaviť a formovať (hĺbka a frekvencia). Na dýchaní sa podieľa systém: respiračný systém, kardiovaskulárny systém, krv, CNS (regulácia). Mechanika dýchania, pri ktorej dochádza k striedaniu dvoch dejov: **nádychu** (inspírium) a **výdychu** (expírium), je zabezpečovaná aktívnymi štruktúrami dýchacími svalmi, ktoré delíme na dve hlavné skupiny: inspiračné a expiračné svaly (obr. 23).

Medzi **hlavné inspiračné svaly** radíme bránicu, mm. intercostales externi (vonkajšie medzirebrové svaly) a mm. levatores costarum (zvyšovacie svaly rebier). K pomocným inspiračným svalom patria m. sternocleidomastoideus (sternocleidomastoidný sval, SCM), mm. scaleni (svaly šikmé), mm. suprahyoidei (svaly nadjazylkové) a infrahyoidei (svaly podjazylkové), m. pectoralis major (veľký prsný sval, PM) a minor (malý prsný sval), m. serratus anterior (predný zubový sval), m. serratus posterior superior (horný zadný zubový sval), m. latissimus dorsi (široký sval chrbta) pri abdukovanej paži a m. iliocostalis (bedrovorebrový sval).

Medzi **primárne expiračné svaly patria** mm. intercostales interni a m. sternocostalis. Zaradenie daných svalov do skupiny primárnych expiračných je diskutabilná, pretože expírrium môže byť za kľudového stavu považované za pasívny dej, na ktorom sa účastní hlavne uložená energia elastických štruktúr pľúc a hrudníka. Na tomto deji sa podieľajú aj svaly nádychové, ktoré pôsobia excentricky, a tým brzdia expírrium (obr. 23). Ďalšiu úlohu pri výdychu zohráva aj gravitácia.

K pomocným expiračným svalom patrí m. obliquus abdominis externus (vonkajší šikmý brušný sval, EO) a m. obliquus abdominis internus (vnútorný šikmý brušný sval, IO), mm. rectus abdominis (priami brušný sval), m. transversus abdominis (priečny brušný sval), m. iliocostalis (bedrovorebrový sval), m. quadratus lumborum (štvorcový bedrový sval), m. serratus posterior inferior (dolný zadný zubový sval), m. latissimus dorsi (široký sval chrbta, pri forsírovanom výdychu) a svalstvo panvového dna [1].



Obr. 23 Pohyby príslušných svalov pri dýchaní.

Respiračný motorický systém sa delí na tri hlavné oblasti: horný sektor (horná hrudná oblasť), stredný sektor (dolná hrudná oblasť) a dolný sektor (brušná oblasť).[1]

V dostupnej literatúre je popisovaná dychová vlna, ktorá postupuje z dolného sektora kranálne. Na začiatku nádychu je zreteľná aktivita brušnej steny, ktorá postupuje vyššie rozšírením spodnej, strednej a nakoniec hornej časti hrudníka.

Pri kľudnom dýchaní však táto aktivita nie je pozorovateľná až do horného sektoru. Tiež je známe, že rotácia rebier pri dýchaní sa líši v daných oblastiach.

Osi otáčania kaudálnych rebier sú prevažne orientované k sagitálnej rovine, a preto smeruje pohyb daných rebier viac laterálne. Naopak, osi otáčania rebier v hornej časti hrudníka sú smerované k rovine frontálnej, a preto je smer ich pohybu ventrálny. Dôležitú úlohu pri nádychu hrá bránica. Bránica, ako hlavný nádychový sval, je plochý kopulovitý sval s vrcholom v centrum tendineum. Od neho sa rozbiehajú svalové vlákna k vnútornému obvodu hrudníka k 11. a 12. rebu, sternu a stavcom lumbálnej chrbtice do oblasti thorakolumbálneho (Th-L) prechodu. Za vyváženej dychovej a posturálnej funkcie je bránica schopná zväčšiť hrudnú dutinu všetkými tromi smermi – vertikálnym (poklesom centrum tendineum), transversálnym (rotáciou dolných rebier) a ventrodorzálnym (rotáciou vyšších rebier a pohybom sternu ventrálne). Toto všetko je však umožnené jedine na báze jej koaktivácie s brušnými svalmi, svalmi panvového dna a medzirebrovými svalmi. Podľa aktuálnej situácie sa okrem týchto svalov do dýchania zapájajú aj iné svaly, ktoré majú taktiež formatívny vplyv na tvar hrudníka [1].

U žien prevláda hrudníkové dýchanie, u mužov sa viac uplatňuje bránica čiže abdominálne dýchanie.

Povrchová elektromyografia (sEMG) sa využíva na meranie elektrickej aktivity dýchacích svalov. Jej aplikácie zahŕňajú široké spektrum, od pacientov s akútnym respiračným zlyhaním až po tých, ktorí dostávajú chronickú domácu mechanickú ventiláciu, kde pomáha hodnotiť svalovú funkciu, titrovať (nastaviť) ventilačnú podporu a usmerňovať liečbu. Hoci sa sEMG najčastejšie používa ako monitorovací nástroj vo výskume, jeho klinické využitie je stále obmedzené – čiastočne kvôli nedostatku štandardizácie a transparentnosti v jeho aplikácii. [15][16][17]



Analýza dýchania je dôležitým nástrojom v rôznych oblastiach zdravotnej starostlivosti, športu a výskumu. Pomáha sledovať a hodnotiť dýchacie vzory, kapacitu pľúc, efektívnosť dýchania a reakciu organizmu na rôzne faktory, ako sú fyzická aktivita, stres, alebo environmentálne podmienky. Tu sú niektoré príklady využitia analýzy dýchania: Analýza dýchania sa používa na monitorovanie pacientov s astmou alebo CHOPN. Je užitočná pri hodnotení efektívnosti dýchania športovcov.



Sledovania aktivity pomocných dýchacích svalov

Zadanie

Ventilácia označuje pohyb vzduchu medzi pľúcami a vonkajším prostredím. Proces prijímania vzduchu sa nazýva inspirácia, zatiaľ čo proces vypúšťania vzduchu sa nazýva expirácia. Dýchací cyklus pozostáva z jednej inspirácie a jednej expirácie.

Sledovanie aktivity pomocných dýchacích svalov je proces monitorovania svalov, ktoré sa zapájajú do dýchania v prípade, že základné dýchacie svaly (bránica, medzirebrové svaly) nedokážu zabezpečiť dostatočný prísun vzduchu. Tieto svaly, ako sú krčné, trapézové a svaly ramien, svaly brucha sú aktivované pri námahe alebo v prípade respiračných problémov. Sledovanie ich aktivity je dôležité pri diagnostike respiračných ťažkostí, pretože nadmerná aktivita pomocných svalov môže naznačovať zhoršenie dýchania. Používa sa pri tom elektrofyzikálne merania alebo vizuálne sledovanie pohybov hrudníka a krku.

Cieľom sledovania aktivity pomocných dýchacích svalov je analyzovať ich zapojenie pri dýchaní. Monitorovaním ich aktivity pomocou nástrojov ako EMG a dýchacieho pásu je možné získať cenné informácie o dýchacích mechanizmoch, čo umožní vypočítať dýchaciu frekvenciu a porovnať ju v rôznych podmienkach.

Pomôcky:

1. LabQuest 3
2. Vernier EKG Sensor
3. Go Direct Respiration Belt
4. časovač



Kontraindikácie:

Meranie povrchového EMG respiračných svalov nie je vhodné pre osoby s akútnymi kožnými problémami (napr. zápaly, infekcie, rany), ktoré môžu ovplyvniť správne pripojenie elektród. Pacienti s poškodením pokožky alebo popáleninami v oblasti hrudníka by mali byť vynechaní z

testu. Závažné svalové poruchy (napr. myopatie, svalová dystrofia) môžu skresliť výsledky, pretože ovplyvňujú svalovú aktivitu. Akútne respiračné ochorenia alebo ťažké dýchacie problémy môžu ovplyvniť normálne dýchanie, čo môže skresliť meranie. Psychické poruchy (napr. silná úzkosť) môžu tiež spôsobiť nerealistické svalové odpovede pri meraní EMG.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete v trojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt, druhý je testujúci a tretí má za úlohu sledovať čas, tak aby včas upozorňoval subjekt k nádychu a výdychu. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu.

Subjekty sú požiadané, aby relaxovali 5 minút pred testom. Po tejto dobe odpočinku sa začne zaznamenávanie EMG meraní. Subjektom nie je umožnené sledovanie dýchania na monitore a sú požiadaní, aby sa počas meraní nehýbali a nerozprávali. Počas testovania sa respondent riadi podľa pokynov testujúceho.

Test pozostáva z dvoch častí, kedy v prvej časti proband prirodzene dýcha, v druhej časti vykonáva tzv. bránicové dýchanie (brušné dýchanie). Proband je požiadaný nadýchnuť sa 10 krát v každej polohe. Za účelom spätnej väzby ohľadom vymedzenia nádychu a výdychu je použitý zvukový signál, ktorý oznamuje začiatok nádychu a koniec nádychu. Proband sa po zaznení signálu nadychuje po dobu 4 sekúnd a výdychová nahrávací pauza je nastavená na 4 sekundy. Takto je zaznamenaných 10 po sebe idúcich nádychov.

Na experiment sú zvolené dve základné polohy, vertikálny sed a ľah. Sed predstavuje sed na stoličke s narovnaným chrbtom, horné končatiny (HK) sú voľne spustené pozdĺž trupu, bedrové kĺby v miernej abdukcii, predkolenia smerujú kolmo k zemi a chodidlá sa voľne visia. Ľah predstavuje ďalšiu základnú polohu, kedy proband leží na chrbte, HK sú položené vedľa trupu a DK voľne položené na podložke (supinačná poloha).

Pred meraním v ďalšej polohe je stanovená dvoj-minútová pauza. Vzápätí nasleduje zmena polohy do ľahu. Inštrukcie k dýchaniu znejú takto: „Po zaznení zvukového signálu sa plynule nadychujte nosom. Po zaznení signálu pre výdych voľne vydýchajte“.

V prípade, že dôjde k hyperventilácii, teda zrýchlenému a prehĺbenému dýchaniu (do pľúc sa dostáva nadmerné množstvo vzduchu, v dôsledku čoho, klesá koncentrácia oxidu uhličitého v organizme, cievy sa zužujú a postupne dochádza k respiračnej alkalóze), **ihneď ukončíte testovanie.**

Výšetrovacie metódy

Sledovanie frekvencie dýchania pomocou dýchacieho pásu.

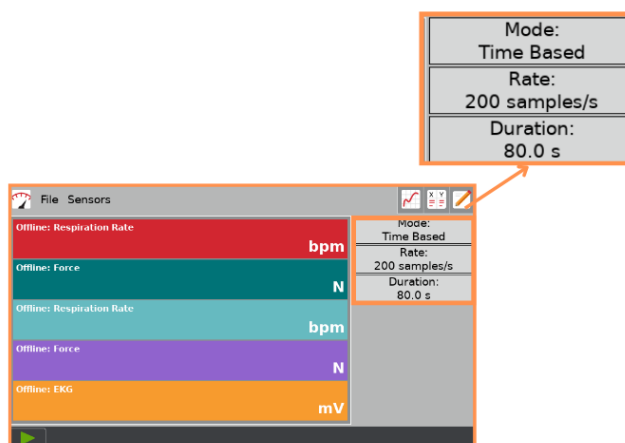
Sledovanie aktivity pomocných dýchacích svalov prostredníctvom sEMG.

Postup:

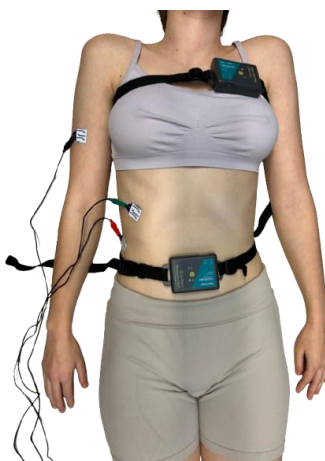
1. Zapnite zariadenie LabQuest 3 stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Po zapnutí spustíte aplikáciu „**LabQuest App**“ v ktorej zvolíte možnosť „**File**“ a následne „**New**“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „**Sensors**“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti.

Výberom možnosti „**Wireless Device Setup**“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka blinká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „**OK**“.

2. Na pravej strane obrazovky zvolením možnosti „**Rate**“ nastavte rýchlosť zberu údajov na 200 vzoriek za sekundu a možnosti „**Duration**“ nastavte trvanie zberu údajov na 80 sekúnd. Pred každým novým a opakovaným meraním si skontrolujte tieto nastavenia.

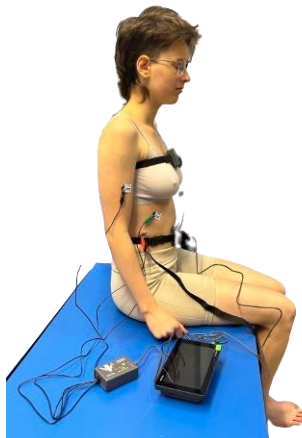


3. Prilepte dve elektródy na šikmý brušný sval (musculus obliquus externus abdominis) subjektu, ako je znázornené na obrázku. Elektródy umiestnite na sval 4 cm od seba približne vo výške pupka. Tretia elektróda by mala byť umiestnená na ľubovoľnej časti ramena.
4. Pripojte svorky EKG senzoru k úchytкам elektród, červený a zelený vodič by mali byť pripojené k úchytкам na sledovanom svalu, ako je znázornené na obrázku. Pripojte čierny vodič k referenčnej elektróde.
5. Umiestnite prvý dýchací pás okolo hrudníka subjektu nad bradavkami. Druhý dýchací pás umiestnite v úrovni pupka.

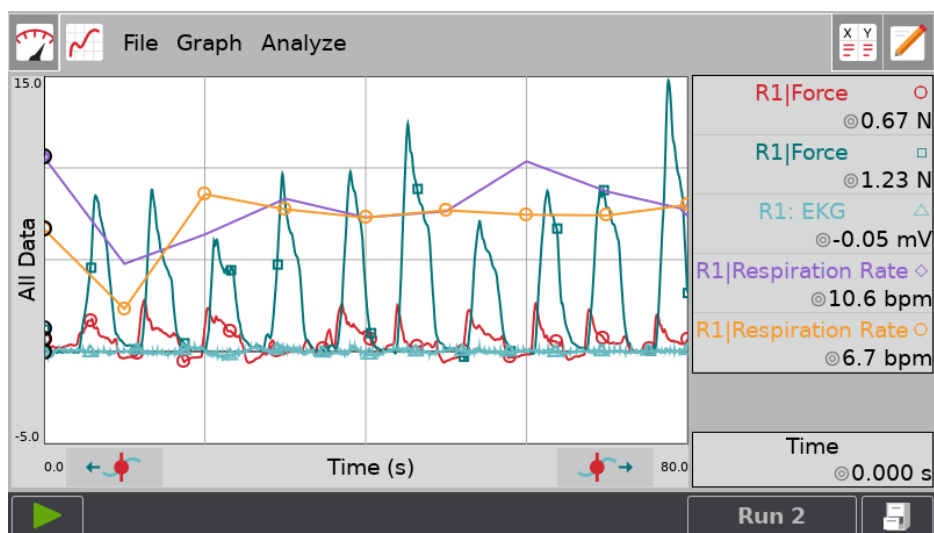


6. Napínajte pás, kým sa indikátor napnutia, ktorý sa nachádza v ľavom dolnom rohu štítka snímača, tesne pod značkou začiarknutia, nerozsvieti na zeleno. Poznámka: Ak kontrolka nesvieti, utiahnite pás, kým sa kontrolka nerozsvieti na zeleno. Ak sa svetlo rozsvieti na červeno, uvoľnite remienok. Červené svetlo indikuje príliš veľké napätie.

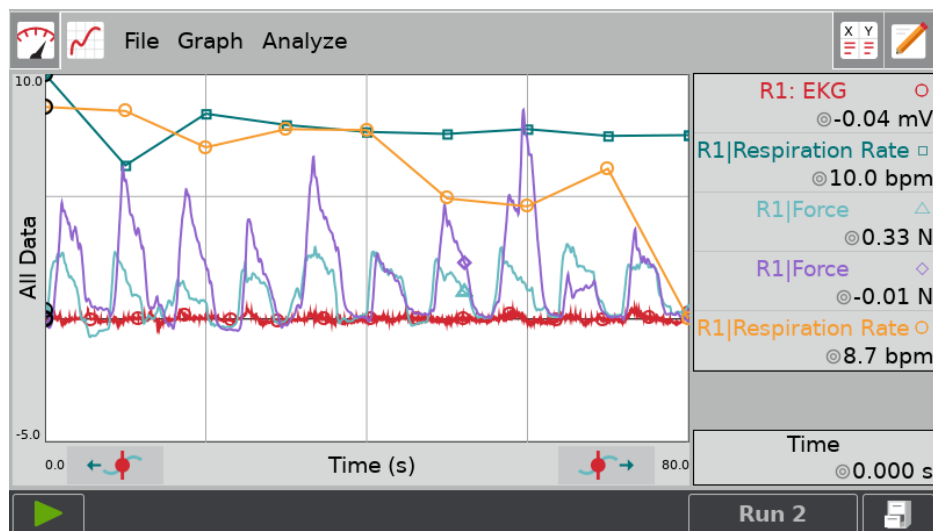
7. Testovaný subjekt by mal sedieť a byť otočený smerom od obrazovky zariadenia.



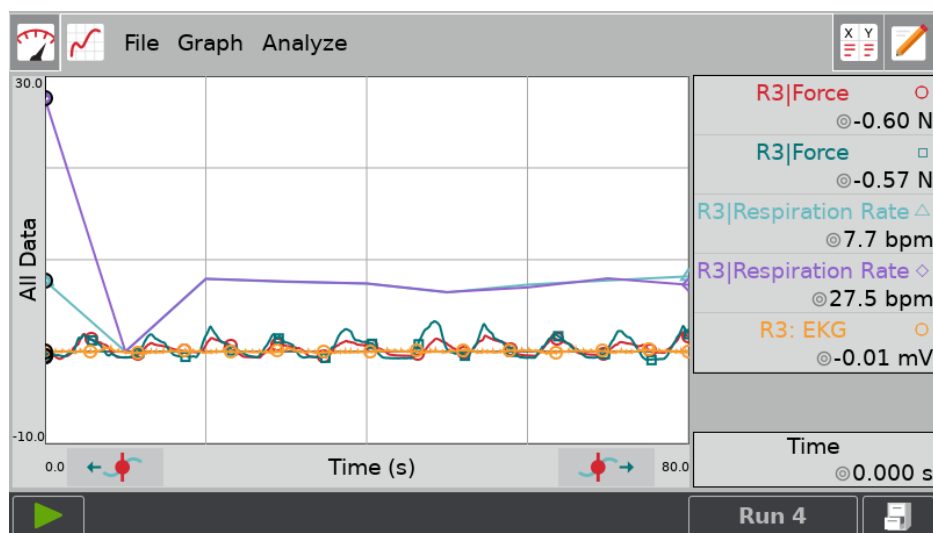
5. Kliknite na ikonku ► v ľavom dolnom rohu, čím spustíte zber dát. Ak má váš graf stabilný základ 5 sekúnd, kliknite ■ čím zastavíte zber dát a pokračujte krokom 6. Ak má váš graf nestabilný základ (vysoké výkyvy krivky), zber dát zastavte a meranie spustíte znova, kým nedosiahnete stabilný základ po dobu 5 sekúnd.
6. Za účelom spätnej väzby ohľadom vymedzenia nádychu a výdychu použite zvukový signál, ktorý oznámi začiatok nádychu a koniec nádychu. Proband sa po zaznení signálu nadychuje po dobu 4 sekúnd a výdychová nahrávacia pauza je nastavená na 4 sekundy. Takto je zaznamenaných 10 po sebe idúcich nádychov.
7. Po zaznamenaní stabilného základu po dobu 5 sekúnd je proband následne požiadany nadýchnuť sa 10 krát prirodzene.



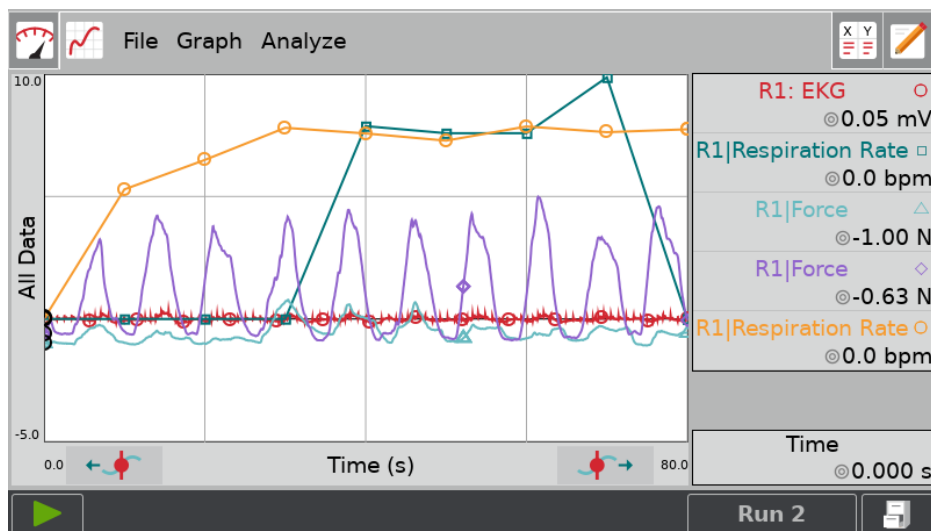
Potom je proband požiadany nadýchnuť sa 10 krát do bránice.



8. Nasleduje dvojminútová pauza.
9. Zmena polohy do ľahu, tak aby subjekt nebol schopný sledovať dýchanie na monitore. Proband je požiadaný nadýchnuť sa 10 krát prirodzene.



Proband je požiadaný nadýchnuť sa 10 krát do bránice.



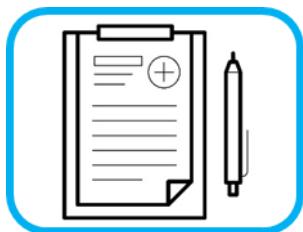
10. Pokračujte krokom 5.
11. Vyhodnoťte aktivitu pomocných dýchacích svalov, frekvenciu dýchania, amplitúdu dýchania.

Prílohy

Grafické výstupy z merania EMG svalovej aktivity pomocných dýchacích svalov a grafické výstupy z frekvencie dýchania, hĺbky nádychu a výdychu.

Vyhodnotenie

Súčasťou zadania je aj anamnéza subjektu. Získané údaje a merania je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek a vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Vyhotovené fotografie participanta z každého merania sú súčasťou protokolu a slúžia na vyznačenie zistení testujúceho. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektivnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Monitorovanie dýchacích vzorcov

Zadanie

Ventilácia označuje pohyb vzduchu medzi pľúcami a vonkajším prostredím. Proces prijímania vzduchu sa nazýva inspirácia, zatiaľ čo proces vypúšťania vzduchu sa nazýva expirácia. Dýchací cyklus pozostáva z jednej inspirácie a jednej expirácie.

Rýchlosť, akou vaše telo vykonáva dýchací cyklus, závisí od hladín kyslíka a oxidu uhličitého v krvi, aj keď regulácia dýchacích vzorcov mozgom je veľmi komplexná. Dýchacie centrá v mozgovom kmeni prijímajú signály z rôznych zdrojov, ako sú mechanoreceptory, chemoreceptory, hypotalamus a mozgová kôra. Tieto centrá môžu upravovať dýchanie, čím menia jeho hĺbku a frekvenciu. Základné dýchacie vzorce sú riadené autonómnym nervovým systémom (najmä počas spánku), ale môžu byť ovplyvnené aj mozgovou kôrou, ktorá umožňuje vykonávanie rôznych aktivít, ako je hovorenie, spievanie alebo hra na dychový nástroj.

Cieľom monitorovania dýchacích vzorcov pomocou dýchacieho pásu je sledovať a analyzovať dýchacie procesy v reálnom čase, vrátane frekvencie dýchania, hĺbky nádychu a výdychu, ako aj synchronizácie dýchacích fáz. Dýchací pás, ktorý sa obvykle umiestňuje okolo hrudníka alebo brucha, umožňuje získať údaje o pohybe hrudníka a bránice počas dýchania. Tento typ monitorovania je užitočný na detekciu abnormalít v dýchacích vzorcoch, ako sú hyperventilácia, hypoventilácia alebo nepravidelný dych, a môže slúžiť na sledovanie efektivity liečby pri respiračných poruchách (napr. astma, COPD) alebo pri rehabilitácii pacientov so zníženou dýchacou kapacitou.

Pomôcky:

1. LabQuest 3
2. malé papierové vrečko
3. Go Direct Respiration Belt
4. časovač



Kontraindikácie:

Meranie povrchového EMG respiračných svalov nie je vhodné pre osoby s akútnymi kožnými problémami (napr. zápal, infekcie, rany), ktoré môžu ovplyvniť správne pripojenie elektród. Pacienti s poškodením pokožky alebo popáleninami v oblasti hrudníka by mali byť vynechaní z testu. Závažné svalové poruchy (napr. myopatie, svalová dystrofia) môžu skresliť výsledky, pretože ovplyvňujú svalovú aktivitu. Akútne respiračné ochorenia alebo ťažké dýchacie problémy môžu ovplyvniť normálne dýchanie, čo môže skresliť meranie. Psychické poruchy (napr. silná úzkosť) môžu tiež spôsobiť nerealistické svalové odpovede pri meraní EMG.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete v trojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt, druhý je testujúci a tretí má za úlohu sledovať čas, tak aby včas upozorňoval subjekt k nádychu a výdychu. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu.

Subjekty sú požiadané, aby relaxovali 5 minút pred testom. Subjektom nie je umožnené sledovanie dýchania na monitore a boli požiadané, aby sa počas meraní nehýbali a nerozprávali. Počas testovania sa respondent riadi podľa pokynov testujúceho.

Test pozostáva z dvoch častí, kedy v prvej časti proband zadrží dych na stanovenú dobu, v druhej časti vykonáva dýchanie do papierového vrečka, ktorá nasleduje po 5 minútovej pauze. Dýchanie je realizované v polohe v sede na stoličke.

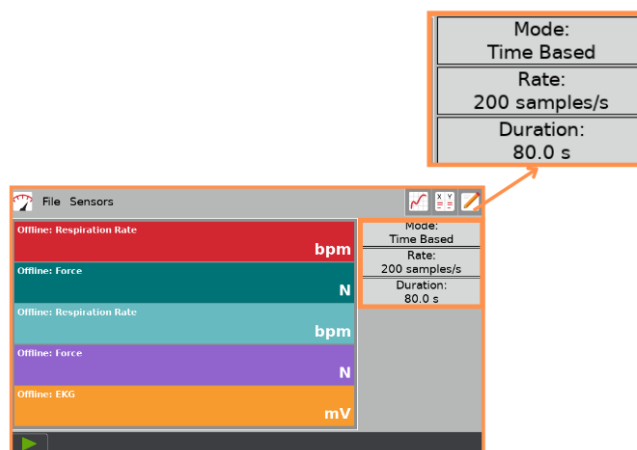
Súčasťou zadania je aj anamnéza subjektu. Získané údaje a merania je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek a vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Vytvorené fotografie účastníka z každého merania sú súčasťou protokolu a slúžia na vyznačenie zistení testujúceho.

Výšetrovacie metódy

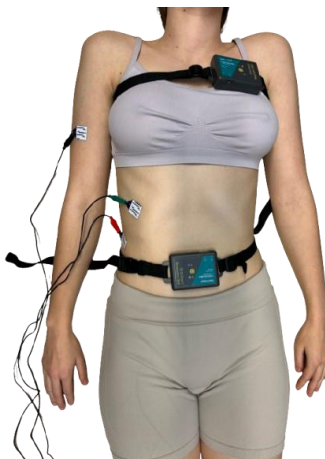
Sledovanie frekvencie dýchania pomocou dýchacieho pásu.

Postup:

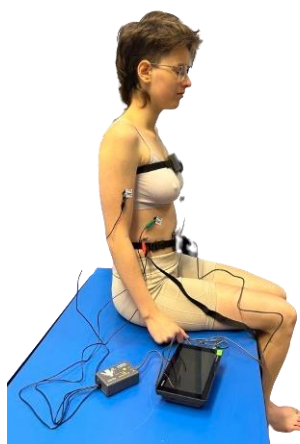
1. Zapnite zariadenie LabQuest 3 stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Po zapnutí spustíte aplikáciu „**LabQuest App**“ v ktorej zvolíte možnosť „**File**“ a následne „**New**“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa v momente na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „**Sensors**“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti. Výberom možnosti „**Wireless Device Setup**“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka bliká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „**OK**“.
2. Na pravej strane obrazovky zvolením možnosti „**Rate**“ nastavte rýchlosť zberu údajov na 200 vzoriek za sekundu a možnosti „**Duration**“ nastavte trvanie zberu údajov na 80 sekúnd. Pred každým novým a opakovaným meraním si skontrolujte tieto nastavenia.



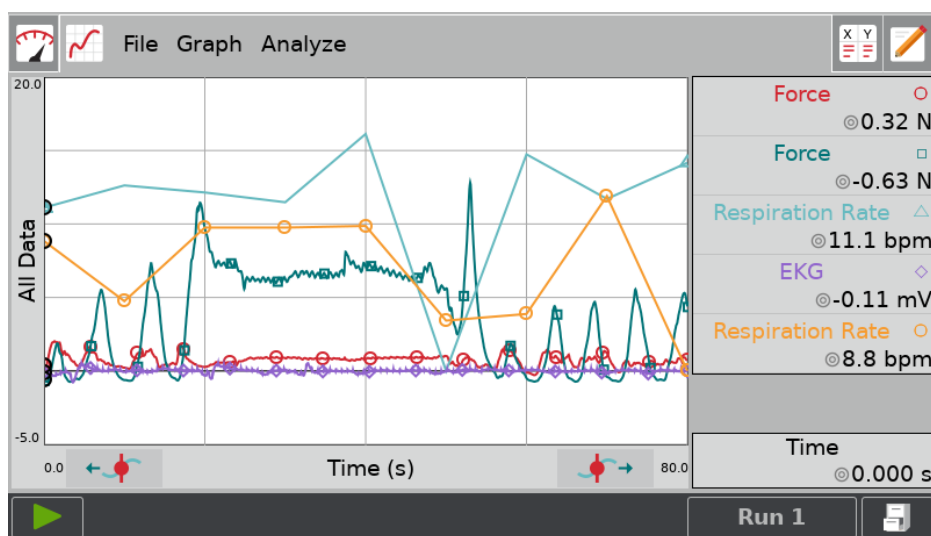
3. Umiestnite prvý dýchací pás okolo hrudníka vo výške bradaviek subjektu a druhý dýchací pás vo výške pupka.



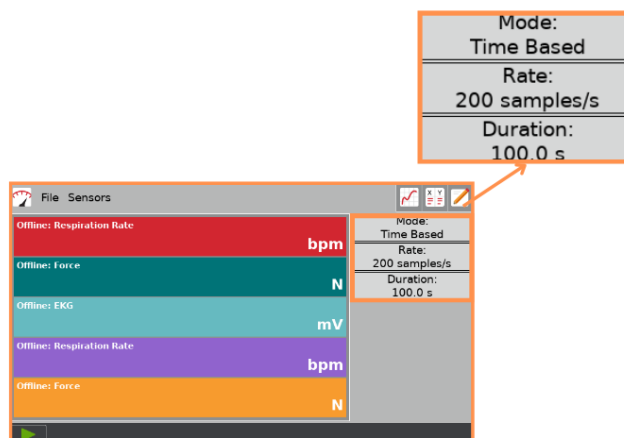
4. Napínajte remeň, kým sa indikátor napnutia, ktorý sa nachádza v ľavom dolnom rohu štítka snímača, tesne pod značkou začiarknutia, nerozsvieti na zeleno. Poznámka: Ak kontrolka nesvieti, utiahnite remienok, kým sa kontrolka nerozsvieti na zeleno. Ak sa svetlo rozsvieti na červeno, uvoľnite remienok. Červené svetlo indikuje príliš veľké napätie.
5. Nechajte testovanú osobu sedieť vzpriamene na stoličke a normálne dýchať. Testovaný subjekt by mal sedieť a byť otočený smerom od obrazovky zariadenia.



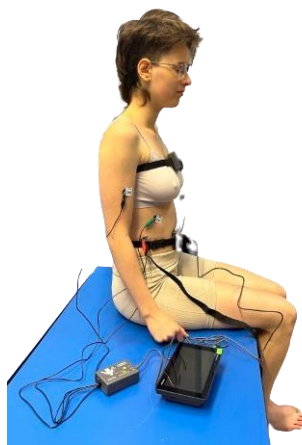
6. Kliknite na ikonku ► v ľavom dolnom rohu, čím spustíte zber dát. Ak má váš graf stabilný základ 5 sekúnd, kliknite ■ čím zastavíte zber dát a pokračujte krokom 6. Ak má váš graf nestabilný základ (vysoké výkyvy krivky), zber dát zastavte a meranie spustíte znova, kým nedosiahnete stabilný základ po dobu 5 sekúnd.
7. Subjekt bude prirodzene dýchať po dobu 20 s a potom testovaná osoba zadrží dych na 30 až 45 sekúnd. Po uvoľnení dychu by mal testovaný subjekt normálne dýchať po zvyšok doby zberu údajov.



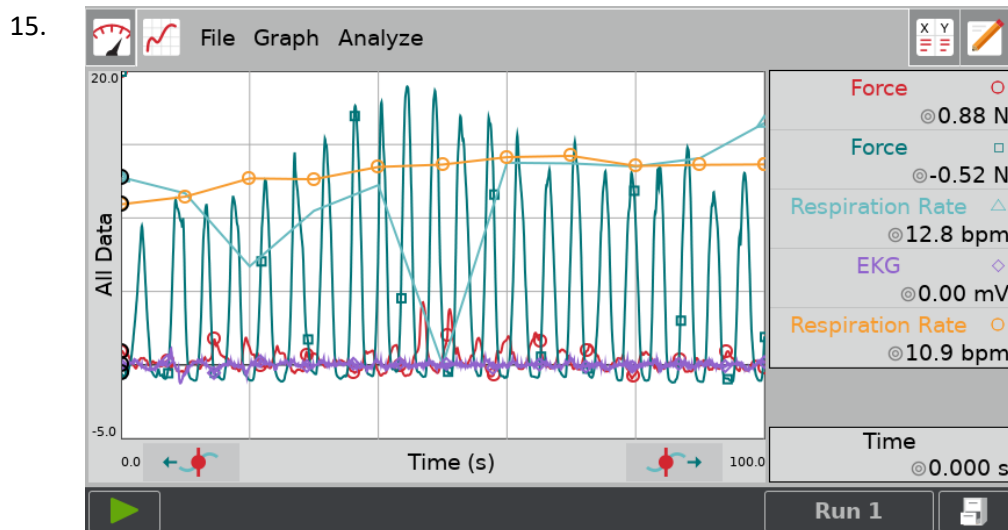
8. Kliknutím alebo klepnutím na graf skontrolujte údaje. Poznámka: Riadok Preskúmať môžete upraviť aj potiahnutím riadku.
9. Určite frekvenciu dýchania pred a po zadržaní dychu subjektu. Vyhodnoťte vplyv zadržania dychu na dýchací cyklus. Vyhodnoťte vplyv opätovného vdychovania vzduchu na dýchací cyklus.
10. Nasleduje 5 minútová pauza.
11. Na pravej strane obrazovky zvolením možnosti „Rate“ nastavte rýchlosť zberu údajov na 200 vzoriek za sekundu a možnosti „Duration“ nastavte trvanie zberu údajov na 100 sekúnd. Pred každým novým a opakovaným meraním si skontrolujte tieto nastavenia.



12. Nechajte testovanú osobu sedieť vzpriamene na stoličke a normálne dýchať. Testovaný subjekt by mal sedieť a byť otočený smerom od obrazovky zariadenia.



13. Pokračujte krokom 6.
14. Testovaná osoba si zakryje ústa papierovým vreckom, dostatočne tesným na vytvorenie vzduchotesného uzáveru. Testovaný subjekt by mal počas procesu zberu údajov normálne dýchať do vaku počas časového intervalu 100 s.



16. Po dokončení zberu údajov vypočítajte maximálnu výšku kriviek dýchania pre niekoľko časových intervalov. Odčítaním minimálnej sily od maximálnej sily vypočítate amplitúdu. Zistite či sa zmenila frekvencia dýchania testovanej osoby po zadržaní dychu? Ak áno, popíšte, ako sa to zmenilo. Čo sa líši od veľkosti (amplitúdy) alebo tvaru (frekvencie) priebehov dýchania po uvoľnení dychu testovaného subjektu? Vysvetlite. Aký význam by malo zvýšenie amplitúdy a frekvencie tvaru vlny, kým testovaný subjekt dýchal do vaku? Ako sa zmenili krivky dýchania, keď testovaný subjekt dýchal do vaku? Ako by ste interpretovali tento výsledok? Vysvetlite, ako si myslíte, že oxid uhličitý ovplyvňuje rýchlosť vášho dýchania.

Prílohy

Grafické výstupy z merania pomocou dýchacieho pásu z frekvencie dýchania, hĺbky nádychu a výdychu.

Vyhodnotenie

Súčasťou zadania je aj anamnéza subjektu. Získané údaje a merania je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek a vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Vyhotovené fotografie účastníka z každého merania sú súčasťou protokolu a slúžia na vyznačenie zistení testujúceho. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektivita a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.

3 BIOMECHANIKA CHÔDZE

Hodnotenie chôdze je kľúčovým nástrojom v rôznych oblastiach medicíny, rehabilitácie, športu a ergonómie, pričom poskytuje cenné informácie o fyzickom stave jednotlivca a jeho motorických schopnostiach. Chôdza, ako najbežnejší spôsob pohybu v každodennom živote, je komplexným procesom, ktorý zahŕňa koordináciu svalových a nervových systémov, a preto jej analýza môže odhaliť rôzne abnormality alebo poruchy. Včasný rozpoznať problémy s chôdzou môže byť zásadné pri diagnostike ochorení pohybového aparátu, ako aj pri hodnotení účinnosti terapeutických a rehabilitačných zásahov. Okrem toho, hodnotenie chôdze je nevyhnutné pre optimalizáciu výkonu v športe a prevenciu zranení, keďže správna technika chôdze môže významne prispieť k zlepšeniu výkonu a redukcii rizika úrazov. V kontexte starších ľudí a pacientov s neurologickými alebo ortopedickými problémami môže dôkladná analýza chôdze prispieť k zlepšeniu ich kvality života a samostatnosti. Preto je dôležité neustále vyvíjať a zdokonaľovať metódy hodnotenia chôdze, ktoré umožňujú presnejšie posúdenie jej fyziologických a patologických aspektov.



Kľúčové slová

Chôdza, cyklus chôdze, stojná fáza, švihová fáza, odval chodidla, krok, GRF



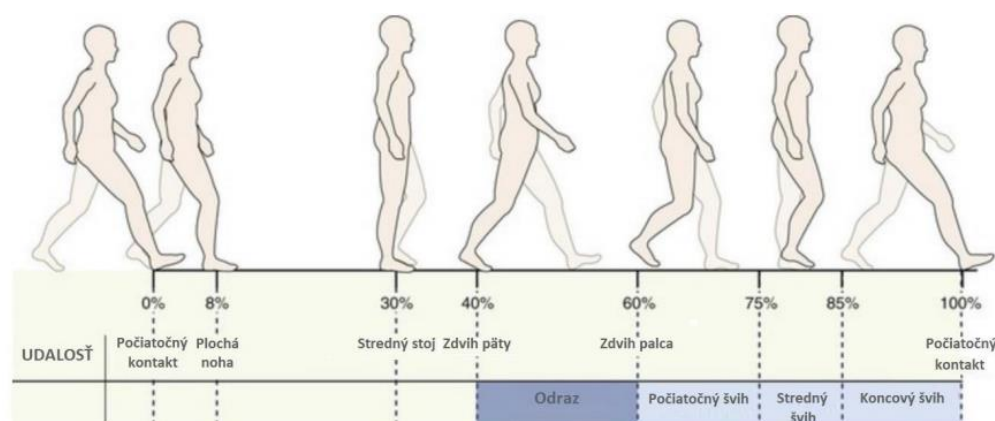
Chôdza je priestorovo – časový jav, ktorý obsahuje pohybové charakteristiky jednotlivca. Je charakterizovaná ortogonálnym držaním tela, súhybami trupu, hlavy a horných končatín a spôsobom využívania dolných končatín. Ide o sústavný sled pádov, ktorým jedinec zabraňuje striedavým vysúvaním pravej a ľavej dolnej končatiny.



Pohyb dolných končatín pri chôdzi je založený na opakujúcich sa aktoch, ktoré posúvajú telo po požadovanej trase a zachovávajú stabilitu pre prenos hmotnosti. Účinnosť tohto pohybu závisí od voľnosti pohybu kĺbov a činnosti svalov, ktorá je selektívne organizovaná podľa načasovania a intenzity. Pozorovateľovi pripadá chôdza ako jednoduchý alternujúci pohyb. Pri jeho analýze však zistíme, že ide o zložitý sekvenčný fázový pohyb prebiehajúci cyklicky podľa určitého časového poriadku (timing). Tento zložitý pohybový úkon zasahuje celý pohybový systém od hlavy až k päte, a tým sa dokonale prispôsobuje zložitému tvaru i vlastnostiam terénu, v ktorých chôdza prebieha.[2]

Chodecký krok predstavuje najstarší pohybový stereotyp v rámci ľudskej lokomócie. Svaly, ktoré zohrávajú viaceré úlohy počas chôdze, poskytujú potrebnú silu.

Základnou jednotkou ľudskej chôdze je krok. Tento striedavý rytmický pohyb pozostáva z dvoch fáz (obr. 24): **stojnej (oporná)** a **švihovej (letová)**. Stojná fáza začína, keď päta príde do kontaktu s podložkou, a končí, keď sa palec (posledný prst) odlepí od zeme. Počas tejto fázy jednej dolnej končatiny prebieha súčasne na druhej končatine fáza švihová. V švihovej fáze sa končatina ohýba v bedrovom a kolennom kĺbe, pričom na konci dochádza k extenzii kolena a dorzálnnej flexii členkového kĺbu, aby mohla opäť päta dosiahnuť podložku a začať novú stojnú fázu. Stojná fáza predstavuje približne 60 % celého cyklu chôdze a skladá sa z piatich podfáz, zatiaľ čo švihová fáza zaberá asi 40 % cyklu chôdze a pozostáva z troch podfáz.



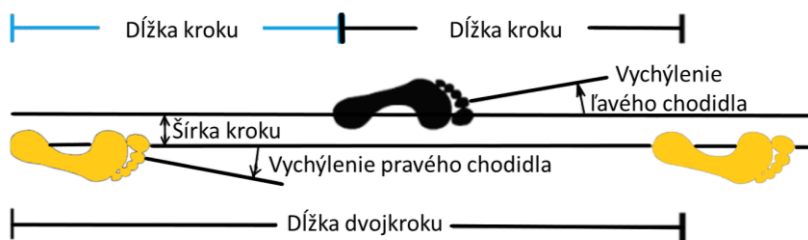
Obr. 24 Cyklus chôdze s jednotlivými fázami a podfázami.

Chôdza je vnímaná ako plynulý pohybový proces, ktorý vykazuje špecifické vlastnosti. Medzi hlavné parametre, ktoré ju charakterizujú, patrí rýchlosť chôdze, tempo (pomalé, stredné, rýchle), rytmus, dĺžka kroku, dĺžka cyklu chôdze, striedanie krokov medzi ľavou a pravou nohou, ako aj nezávislosť pohybov hornej časti tela od pohybov dolných končatín [18].



PARAMETRE CHÔDZE (obr. 25)

- **Dĺžka kroku** („step length“) - vzdialenosť ohraničená kontaktom päty jednej a druhej DK s podložkou.
- **Dĺžka dvoj krokov** („stride length“), („cycle length“) - vzdialenosť od jedného k druhému dopadu päty tej istej DK. Dĺžky krokov na oboch DK sú za fyziologických podmienok rovnaké (hodnotenie symetrie chôdze). Súčet dĺžok kroku pravej a ľavej nohy = dĺžke cyklu chôdze.
- **Šírka kroku** - ML vzdialenosť medzi nohami. Pre normálnu chôdzu sa pohybuje okolo 7-9cm a je to vzdialenosť medzi stredom piet jednej a druhej končatiny.
- **Rýchlosť** - vzdialenosť, ktorú prejde telo v danom čase a je vyjadrená v m/s. Je ovplyvnená dĺžkou krokov, ktoré závisia na rozsahu pohybu DK počas švihovej fázy. Priemerná rýchlosť chôdze dospelého človeka je 4,8 – 5,5 km/h.
- **Vychýlenie chodidla** („foot angle“) - uhol, ktorý zvierá smer a pozdĺžna os chodidla. Fyziologické hodnoty sa pohybujú okolo 7°.
- **Kadencia** - počet krokov za minútu. Meranie počtu krokov v minútach sa prispôsobuje medzinárodnej klasifikácii jednotiek SI („Système International“, SI), ktorá ju nahrádza tzv. dobou krokového cyklu („cycle time“) udávanou v sekundách a je daná vzťahom 120/kadencia.
- **Reakčná sila podložky** predstavuje pôsobenie podložky na ľudské telo a jej vektor je opačný než vektor tiažovej sily. Pôsobisko reakčnej sily (Center of Pressure, COP) charakterizujeme ako priemer všetkých tlakových síl pôsobiacich do opornej plochy.



Obr. 25 Parametre chôdze.

NÁSTROJE NA HODNOTENIE CHÔDZE

Existuje množstvo nástrojov na hodnotenie chôdze, od jednoduchej vizuálnej analýzy až po komplexné 3D systémy, ktoré poskytujú podrobné údaje o biomechanike pohybu. Výber správneho nástroja závisí od účelu hodnotenia (napríklad rehabilitácia, diagnostika, výskum), ako aj od špecifických potrieb pacienta. Tieto nástroje pomáhajú odborníkovi získať cenné informácie o pohybových vzorcoch a umožňujú lepšie prispôbenie liečby, monitorovanie pokroku a prevenciu zranení.

Existuje viacero ďalších nástrojov a metodík na pozorovanie a hodnotenie chôdze, ktoré sa používajú v rôznych oblastiach, ako je rehabilitácia, ortopédia, neurológia, športová medicína, ale aj vo výskume. Tieto nástroje umožňujú získať podrobnejšie informácie o pohybových vzorcoch, identifikovať abnormality pri chôdzi a sledovať pokrok v liečbe. Tu sú niektoré z najznámejších nástrojov:

- **Berg Balance Scale (BBS)**, ktorý sa používa na meranie rovnováhy a stability počas rôznych činností, vrátane chôdze.
- **Timed Up and Go Test (TUG)** na hodnotenie mobility, rýchlosti chôdze a rovnováhy.
- **Dynamic Gait Index (DGI)** hodnotí schopnosť chodiť a udržiavať rovnováhu počas rôznych dynamických činností, ako je chôdza po nerovnom povrchu, prekážky alebo chôdza so zmenou smeru.
- **GaitRite System** je počítačový systém na analýzu chôdze, ktorý poskytuje objektívne merania parametrov chôdze, ako je dĺžka kroku, kadencia, rýchlosť chôdze, doba kontaktu s podložkou a ďalšie.
- **3D Motion Capture Systems** umožňujú detailnú analýzu pohybov v reálnom čase. Používajú sa na sledovanie kinematiky a kinetiky chôdze, teda na záznam pohybu tela, kĺbov a svalov počas chôdze.
- **Pressure Mapping Systems** používajú matice snímačov na meranie distribúcie tlaku medzi chodidlom a podložkou počas chôdze. Tieto systémy sa používajú na analýzu rôznych aspektov chôdze, ako sú stabilita chodidla, načasovanie krokov a rozloženie telesnej hmotnosti.
- **Clinical Gait Analysis (CGA)** je komplexný hodnotiaci nástroj, ktorý používa kombináciu rôznych techník na hodnotenie chôdze, vrátane vizuálneho pozorovania, fotodokumentácie a biomechanických meraní.
- **Observation-Based Gait Scales** sú pozorovacie škály chôdze, ktoré poskytujú rámec pre hodnotenie chôdze na základe vizuálnych indícií, napr. Gillette Gait Index, Fugl-Meyer Assessment of Gait.
- **Timed 10-Meter Walk Test (10MWT)** meria rýchlosť chôdze počas 10 metrov a je jedným z najjednoduchších spôsobov, ako zhodnotiť chôdzu.

- **JACKS Observational Gait Analysis (JACK)** je nástroj určený na systematické pozorovanie a hodnotenie chôdze, ktorý sa využíva v rôznych oblastiach, ako sú rehabilitácia, ortopédia, neurológia, a v športovej medicíne. Tento typ analýzy je neinvazívny a zameriava sa na sledovanie pohybových vzorcov jednotlivca počas chôdze, pričom sa hodnotí rad rôznych parametrov (obr. 26), ktoré môžu odhaliť abnormality alebo poruchy v pohybovom aparáte.



Videoanalýza chôdze sa využíva v rôznych oblastiach na zlepšenie pohybových vzorcov a prevenciu problémov. V rehabilitácii sa sleduje technika chôdze pacientov po úrazoch alebo operáciách, aby sa identifikovali abnormality a optimalizovali pohybové vzory. V športovej medicíne pomáha zlepšiť techniku chôdze športovcov, napríklad pri chôdzi na dlhé vzdialenosti alebo behu, aby sa znížilo riziko zranení. V biomechanike sa analyzuje rozloženie síl pri kontakte chodidla s podložkou, čo poskytuje cenné informácie o posturálnej stabilite a funkcii svalov. V geriatrickej starostlivosti sa videoanalýza používa na sledovanie chôdze starších pacientov, aby sa predišlo pádom.

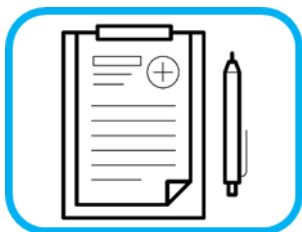
JACK observačná analýza chôdze

Meno:		Pohlavie:		Dátum narodenia:		Dátum:	
Diagnóza:		Začiatok:		Vyšetrujúci:			
Ortéza/Protéza/Adjuvatikum:				Referenčná končatina: ☐ P ☐ Ľ			

		Stojná (oporná) fáza				Švihová (letová) fáza			
Úkon	Prijem zaťaženia		Jedna oporná končatina		Posun končatiny vo švih				
Fázy	POČIATOČNÝ KONTAKT	ZAŤAŽOVACIA ODOZVA	STRED OPORY	UKONČENIE OPORY	PRÍPRAVA NA ŠVIH	ZAČIATOK ŠVIHU	STRED ŠVIHU	UKONČENIE ŠVIHU	
Členok	☐ špička ☐ celé chodidlo ☐ abnormálny	☐ plesknutie chodidla (zvuk) ☐ inadekvátna DF ☐ inadekvátna PF	☐ predčasný odraz päty ☐ neprimeraná DF (pokrčenie kolena) ☐ nadmerná DF	☐ bez odrazu päty	☐ padajúca špička ☐ padajúca špička	☐ neprimeraná DF ☐ chodidlo v PF			
Päta	☐ nadmerná I ☐ nadmerná E	☐ nadmerná I ☐ nadmerná E	☐ nadmerná I ☐ nadmerná E		☐ nadmerná I				
Prsty			☐ nadmerná flexia prstov ☐ nedostatočná extenzia MTP X						
Koleno	☐ neprimeraná extenzia	☐ neprimeraná flexia	☐ neprimeraná extenzia		☐ inadekvátna flexia		☐ nadmerná flexia ☐ neprimeraná extenzia		
			☐ hyperextenzia kolena				☐ prepnutie kolena		
			☐ prepnutie kolena pri prenose záťaže				☐ nadmerná flexia na kolaterálnej strane		
			☐ nestabilné koleno ☐ varus ☐ prepnutie ☐ valgus						
Stehno	☐ neprimeraná flexia ☐ nadmerná flexia		☐ inad. extenzia		☐ neprimeraná flexia		☐ nadmerná flexia		
			☐ mediálna rotácia ☐ laterálna rotácia		☐ mediálna rotácia		☐ laterálna rotácia		
			☐ abdukcia ☐ addukcia		☐ addukcia		☐ cirkumdukcia		
Panva			☐ pokles kolaterálnej strany >5°		☐ pokles ipsilaterálnej končatiny >5°				
			☐ neprimeraná zadná rotácia ☐ nadmerná zadná rotácia		☐ neprimeraná predná rotácia ☐ nadmerná predná rotácia				
			☐ nadmerný predný náklon		☐ zdvihnutie panvy (>neutrálna)				
					☐ nadmerný zadný náklon				
Trup			☐ predklon	☐ záklon	☐ predklon		☐ záklon		
			☐ úklon doprava	☐ úklon doľava	☐ úklon doprava		☐ úklon doľava		

DF = dorsálna flexia, PF = plantárna flexia, I = inverzia, E = everzia

Obr. 26 Formulár pre JACKS observačnú analýzu chôdze.



Videoanalýza chôdze

Zadanie

Podrobné štúdium kinematiky a kinetiky ľudského pohybu (chôdze), ktoré umožňuje lepšie pochopiť, ako efektívne a bezpečne sa ľudia pohybujú. Získané údaje poslúžia na zlepšenie tréningových programov, rehabilitačných metód a dizajnu pomôcok pre ľudí s pohybovými obmedzeniami. Tento protokol je navrhnutý tak, aby bol prístupný pre široké spektrum používateľov, od študentov po profesionálov v biomechanike a súvisiacich disciplínach.

Cieľom zadania analýzy chôdze je podrobne preskúmať a vyhodnotiť pohybový vzorec jednotlivca počas chôdze, aby sa identifikovali možné poruchy alebo abnormality v biomechanike. Analýza chôdze umožňuje získať informácie pohyboch kĺbov, svalovej aktivity a koordinácii medzi rôznymi časťami tela. Cieľom je zlepšiť pohybový výkon, prevenciu úrazov alebo optimalizovať rehabilitáciu pri liečbe pohybových porúch.

Pomôcky

Videokamery, jednofarebné foto pozadie, markery, Vernier Video Analysis softvér, značky na podlahe pre určenie vzdialeností, meracie pásmo

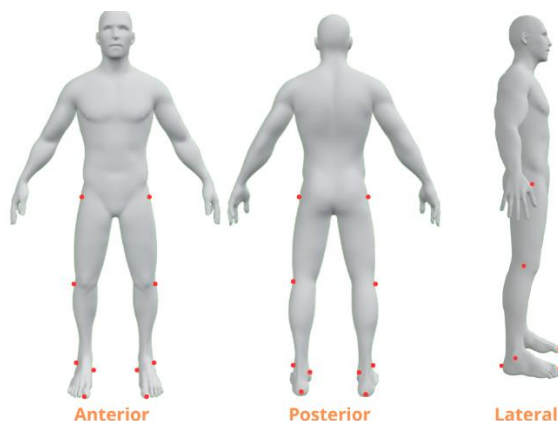
Kontraindikácie

Videoanalýza chôdze nie je vhodná pre osoby s akútnymi zraneniami dolných končatín alebo chrbtice, ktoré obmedzujú schopnosť normálnej chôdze. Závažné neurologické poruchy, ako Parkinsonova choroba alebo akútna neuropatia, môžu spôsobiť abnormálne pohybové vzorce, ktoré môžu byť ťažko interpretovateľné. Psychické a psychiatrické poruchy, ako silná úzkosť alebo disociatívne stavy, môžu ovplyvniť výkon a koordináciu chôdze. Ľudia s deformáciami nôh alebo ťažkými problémami s rovnováhou môžu mať nepresné výsledky. Okrem toho, akútne bolesti alebo zápal kĺbov môžu brániť správne vykonaniu testu.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení. Testujúci oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku. Pri videoanalýze chôdze by oblečenie malo byť priliehavé a nemalo zakrývať kľúčové body tela, aby bolo možné presne sledovať pohyb a polohu kĺbov.

Pred vyhotovením videozáznamu je potrebné na telo subjektu umiestniť markery (obr. 27) pre účely sledovania a hodnotenia pohybu. Pri jednofarebnom pozadí vyhotovte videozáznam chôdze vo formáte .mp4 a .mov. Videozáznam vyhotovte z frontálneho pohľadu ako aj zo sagitálneho pohľadu (aspoň 60 s, musí zahŕňať niekoľko úplných krokov oboma smermi).



Obr. 27 Umiestnenie markerov pre videoanalýzu chôdze: bedrový kĺb, kolenný kĺb, vnútorný a vonkajší členok, špička nohy a päta.

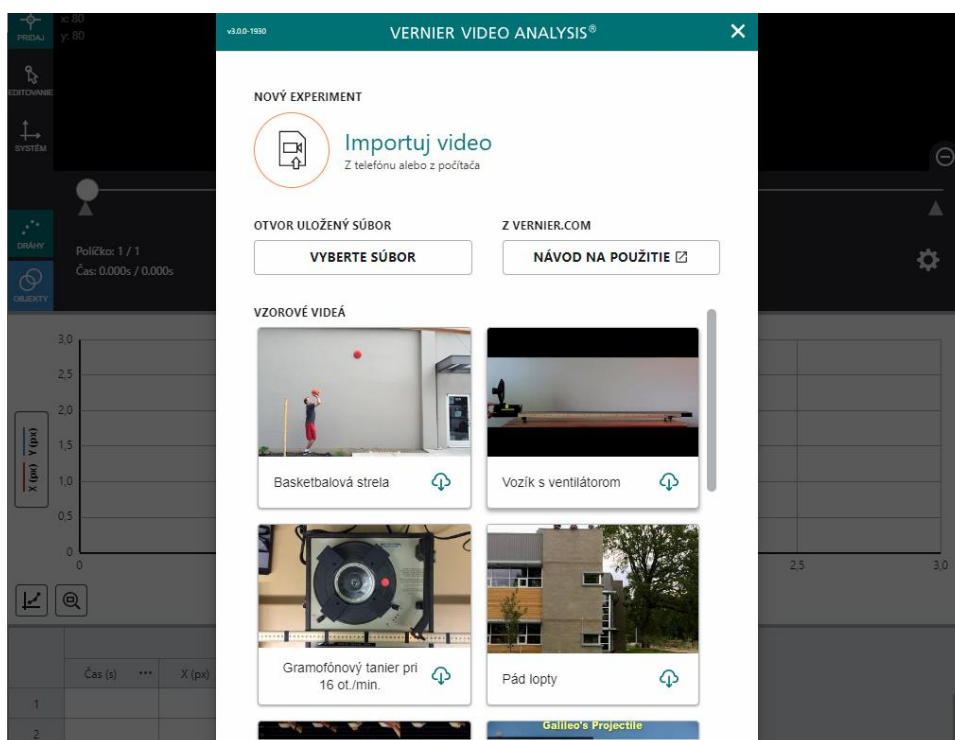
Uistite sa, že na videu je viditeľná celá dráha chôdze subjektu. Pohyb rozdeľte na jednotlivé fázy, ktoré popíšte kinematickými parametrami. Získané údaje zo softvéru Vernier Video analysis je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek, schém (podľa potreby) a uviesť celkový záver.

Výšetrovacie metódy

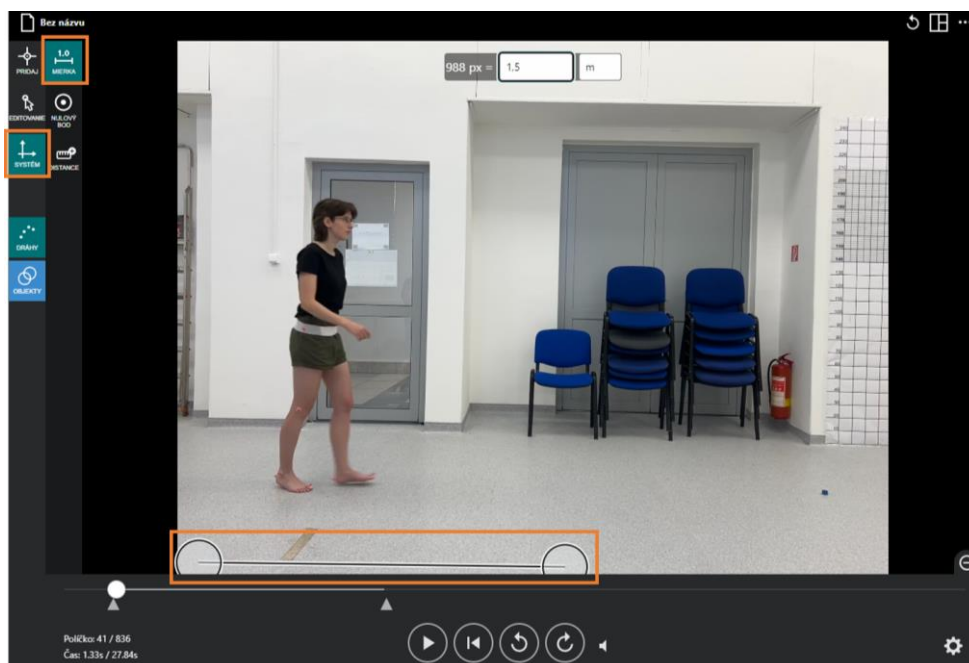
Tento protokol sa zameriava na videoanalýzu lokomočných pohybov s Vernier Video Analysis softvérom.

Postup

1. Pre importovanie videozáznamu hodu loptičkou spustíte webovú aplikáciu „**Vernier Video analysis**“ (<https://videoanalysis.app/>), kde sa automaticky otvorí okno „**Nový experiment**“ s možnosťou importu videa. Zvoľte možnosť „**Otvor**“ uložený súbor a vyberte súbor s videozáznamom.

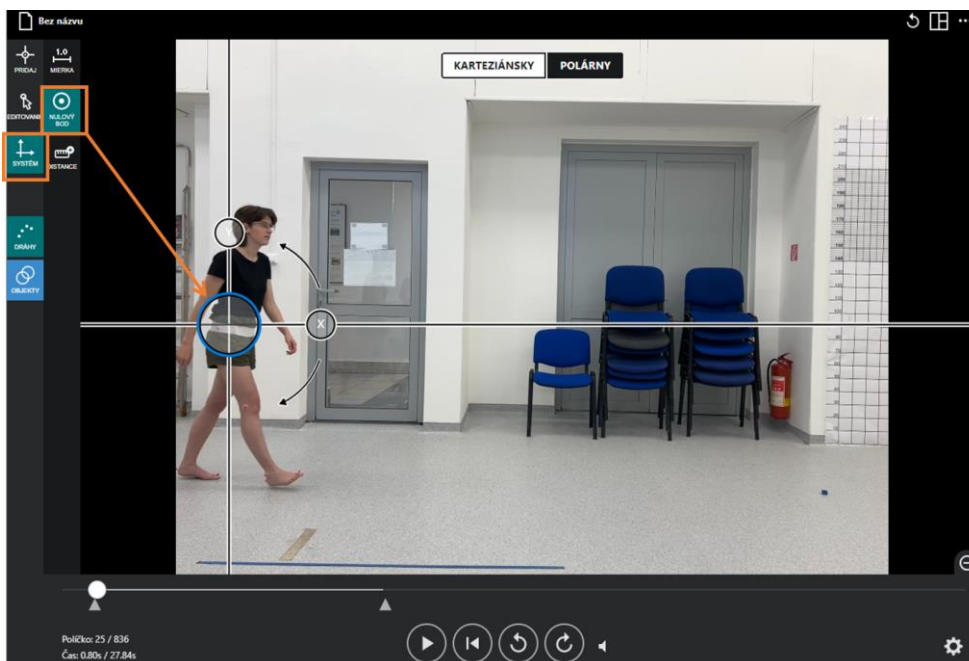


- Následne v hlavnom menu na ľavej strane programu zvolíte možnosť „**Systém**“ a nastavíte „**Mierku**“ umiestnením stredov kružníc na konce známeho objektu. Následne zadajte hodnotu a jednotky objektu mierky.



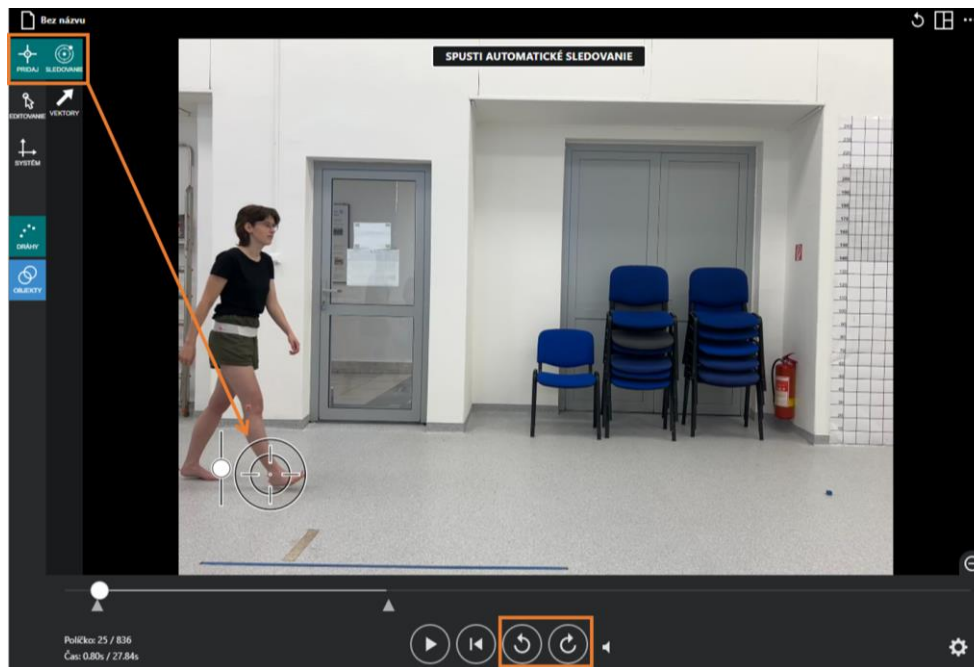
- Nasleduje určenie počiatku súradnicového systému pomocou voľby „**Nulový bod**“. Polohu nulového bodu zvolíte posúvaním súradnicového systému v obraze na zvolené miesto. Horizontálny smer je určený osou x a vertikálny smer je určený osou y.

V prípade potreby je možné súradnicový systém aj rotovať, napr. ak os x by mala byť totožná s naklonenou rovinou (rampou).

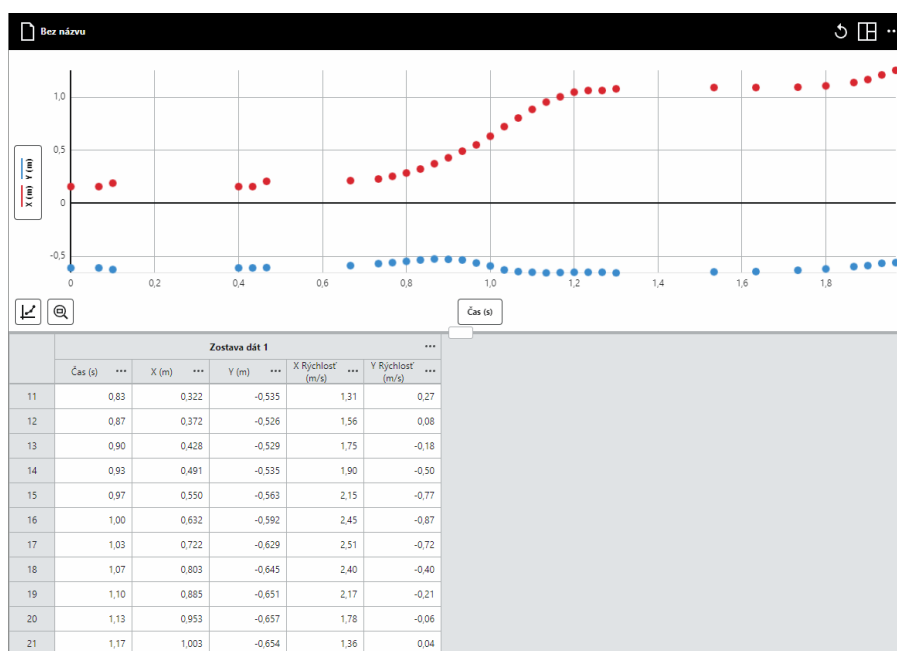


- Pre manuálne sledovanie pohybu objektu v menu zvolíte možnosť „**Pridaj**“, ktorá slúži na sledovanie manuálne zvoleného bodu. Pre posunutie videa na požadovanú snímku použite

funkciu „Krok dopredu“  a „Krok dozadu“  v spodnej časti okna programu. Jednoduchým kliknutím na sledovaný objekt označíte bod (modrá farba), koordináty označeného bodu budú zaznamenané a vyhodnotené. Pokračujte v označovaní bodov sledovaného objektu. Je dôležité vždy označiť ten istý bod objektu pre sledovanie pohybu.



5. Pre použitie funkcie „Sledovanie“  je potrebné vyhotoviť videozáznam na jednofarebnom pozadí a s označením objektu alebo bodu na objekte v dostatočne kontrastnej farbe voči pozadiu.
6. Následne sa vykreslia krivky závislosti x-ovej a y-ovej súradnice v závislosti na čase t a tabuľka s hodnotami času, polohy súradníc a rýchlostí.



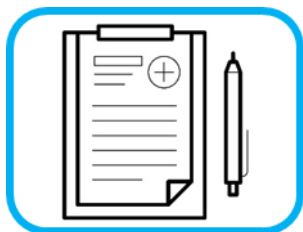
7. Zo získaných dát určte dĺžku stojnej a švihovej fázy, ich vzájomný pomer, dĺžku kroku (step length), dĺžku dvojkroku (stride length), šírku kroku (step wide), rýchlosť chôdze, počet krokov za minútu (kadencia), vychýlenie chodidla. Vykonajte aj porovnanie sledovaných parametrov navzájom. Zaznamenajte a zapíšte údaje do tabuľky v protokole.

Prílohy

Videozáznam chôdze.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie cyklu chôdze meraného subjektu, jednotlivých fáz kroku ako aj výpočty a merania základných parametrov chôdze. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Sledovanie stojnej fázy chôdze

Zadanie

Hodnotenie odvalu chodidla pri chôdzi z hľadiska vertikálnej GRF sily (ground reaction force, GRF). Cieľom je analyzovať a hodnotiť odval chodidla pri chôdzi z hľadiska vertikálnej sily pôsobiacej na chodidlo, ktorá vzniká počas jednotlivých fáz cyklu chôdze. Vertikálna GRF je kľúčovým ukazovateľom interakcie medzi chodidlom a povrchom pri chôdzi, pričom umožňuje skúmať nielen fyzikálne aspekty pohybu, ale aj biomechanické charakteristiky. Zameriava sa na preskúmanie odvalu chodidla, ktorý je základným mechanizmom pri chôdzi. Tento proces zahŕňa fázy, ako sú kontakt chodidla s povrchom, rozloženie telesnej hmotnosti a jeho postupný presun zo zadnej časti chodidla na prednú. Výsledné zmeny v hodnote vertikálnej GRF sily, ktorá je generovaná v priebehu tejto fázy, sú analyzované pomocou experimentálnych metód.

Cieľom sledovania stojnej fázy chôdze je analyzovať pohyb a stabilitu tela počas fázy, keď je jedna noha na zemi a druhá je vo vzduchu. Stojná fáza je kritická pre udržanie rovnováhy a efektívne prenášanie hmotnosti z jednej nohy na druhú. Monitorovaním tejto fázy je možné identifikovať poruchy v postavení tela, nesprávne zaťažovanie kĺbov alebo nerovnováhu, ktoré môžu viesť k bolestiam alebo zraneniam. Tento typ sledovania je užitočný pri diagnostike pohybových porúch, rehabilitácii po úrazoch, alebo optimalizácii výkonu u športovcov. Cieľom je zlepšiť koordináciu, stabilitu a prevenciu porúch chôdze.

Pomôcky

**silová doska,
vyvýšená podlaha**



Kontraindikácie

Sledovanie stojnej fázy chôdze môže byť nevhodné pre osoby s akútnymi zraneniami dolných končatín, ako sú zlomeniny, podvrtnutia alebo silné podliatiny, ktoré obmedzujú schopnosť správne stáť a pohybovať sa. Zápalové ochorenia (napr. artritída alebo tendinitída) môžu spôsobiť bolesť a ovplyvniť stabilitu počas stojnej fázy. Závažné neurologické poruchy (napr. Parkinsonova choroba alebo neuropatia) môžu narušiť koordináciu, čo ovplyvňuje správne vykonávanie stojnej fázy. U pacientov s poruchami rovnováhy (napr. po mozgovej príhode) môže byť sledovanie nepresné, pretože nie sú schopní udržať stabilitu počas tejto fázy chôdze.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení. Testujúci oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku. Testovaný vykonáva chôdzu prirodzene na boso a v obuvi. Oblečenie subjektu má byť pohodlné, aby ho neobmedzovalo pri vykonávaní testu.

Pred samotnou realizáciou pohybového vzoru je nutné pripraviť prostredie pre experiment. Pre správne využitie silovej platne je potrebné túto platňu umiestniť do roviny s podlahou (obr. 28). Výška platne je 35 mm.



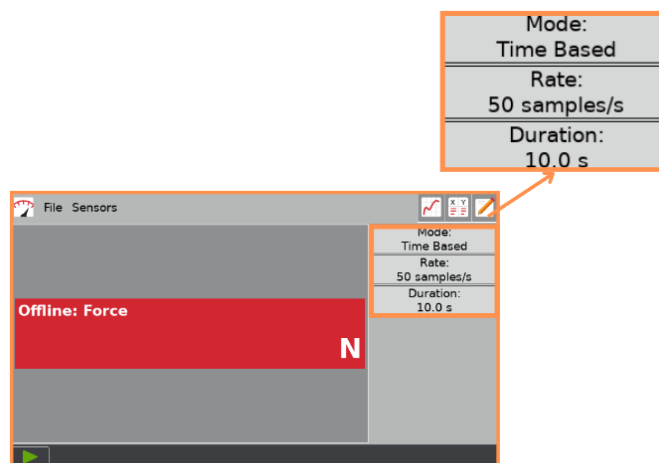
Obr. 28 Umiestnenie Vernier silovej platne (1) do roviny s podlahou (2).

Výšetrovacie metódy

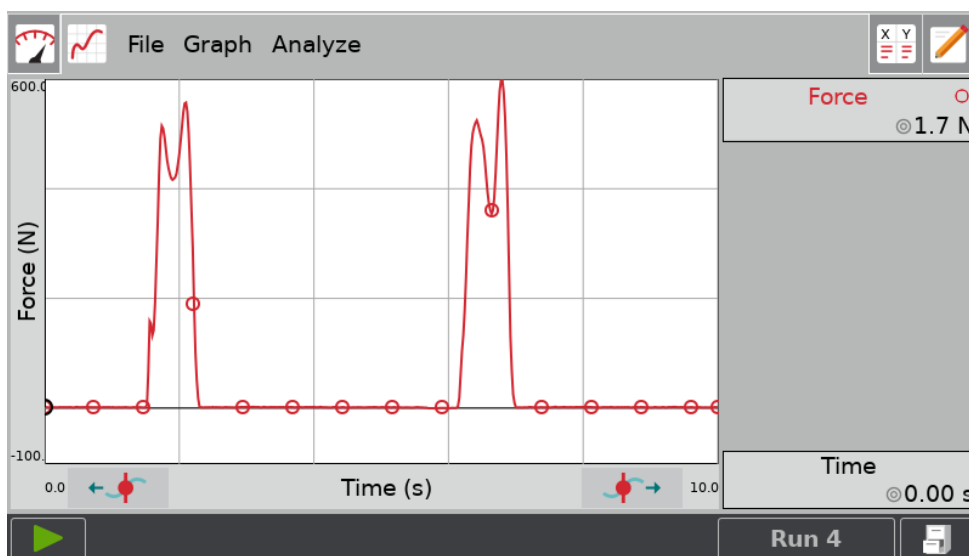
Sledovanie pohybového vzoru chôdze.

Postup:

1. Zapnite zariadenie „**LabQuest 3**“ stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Po zapnutí spustíte aplikáciu „**LabQuest App**“ v ktorej zvolíte možnosť „**File**“ a následne „**New**“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa v momente na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „**Sensors**“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti. Výberom možnosti „**Wireless Device Setup**“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka bliká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „**OK**“.
2. Na pravej strane obrazovky zvolením možnosti „**Rate**“ nastavte rýchlosť zberu údajov na 50 vzoriek za sekundu a možnosti „**Duration**“ nastavte trvanie zberu údajov na 10 sekúnd. Pred každým novým a opakovaným meraním si skontrolujte tieto nastavenia.



3. Vynulujte senzor v ponuke „**Sensors**“ zvolte možnosť „**Zero**“, ktorú je potrebné potvrdiť.
4. Následne kliknite na ikonku ► v ľavom dolnom rohu, čím sa spustí zber dát.
5. Subjekt je požiadaný, aby vykonal pohyb podľa inštrukcií testujúceho. Dáta budú zaznamenávané počas 10 sekúnd. Subjekt je požiadaný, aby sa prešiel po určenom povrchu, v ktorom je umiestnená silová platňa na hodnotenie vGRF sily. Subjekt sa snaží vykonať aspoň 5 stojných fáz tou istou končatinou na silovej platni. Počas chôdze musí subjekt dopadnúť pätou na silovú platňu, pričom je dôležité, aby celé chodidlo bolo vo fáze opory na silovej platni a taktiež, aby sa pri odraze špička chodidla nachádzala na silovej platni. Testujúci si musí zaznamenať, ktoré chodidlo bolo v kontakte so silovou platňou, aby na grafe vedel identifikovať krivky stojnej fázy pravého a ľavého chodidla.



6. Zo získaných dát určte dĺžku trvania stojnej fázy pravého a ľavého chodidla, stanovte vrcholy stojnej fázy – dopad päty a odraz špičky, popíšte etapy stojnej fázy pravého a ľavého chodidla. Vykonať aj porovnanie sledovaných parametrov navzájom. Zaznamenajte a zapíšte údaje do tabuľky v protokole.

Prílohy

Grafický výstup zo silovej dosky.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie stojnej fázy chôdze meraného subjektu. V závere uvedte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Sledovanie odvalovej krivky chodidla

Zadanie

Cieľom je hodnotenie odvalovej krivky chodidla pri chôdzi, ktorá sa týka dynamického procesu prechodu telesnej hmotnosti od pätovej časti chodidla k predonožiu, čo je kľúčový aspekt chôdze. Odvalová krivka, ktorá sa vytvára počas kontaktu chodidla s povrchom, predstavuje zobrazenie postupného prenosu tlaku a rozloženia síl, ktoré chodidlo vyvíja pri kontakte so zemou. Tento proces je z hľadiska biomechaniky a pohybovej analýzy dôležitý, pretože ovplyvňuje efektívnosť a stabilitu chôdze. V tejto úlohe sa bude skúmať tvar a charakteristika odvalovej krivky pri rôznych rýchlostiach chôdze, pričom sa analyzujú parametre ako časová a priestorová distribúcia tlaku a sily. Hodnotenie odvalovej krivky umožňuje lepšie pochopenie biomechanických mechanizmov chôdze a poskytuje cenné informácie o správnosti pohybového vzorca, rozložení síl a potenciálnych rizikách zranení, ako sú napríklad problémy s klenbou chodidla alebo nesprávne zaťaženie určitých častí chodidla.

Cieľom sledovania odvalovej krivky chodidla je analyzovať pohyb chodidla počas chôdze, konkrétne spôsob, akým chodidlo prechádza od kontaktu so zemou až po odraz. Odvalová krivka poskytuje informácie o distribúcii tlaku a pohybe jednotlivých častí chodidla (päta, klenba, prsty) počas chôdze. Monitorovanie tejto krivky pomáha identifikovať prípadné abnormality, ako sú nadmerné zaťaženie určitých oblastí chodidla, nerovnomerný odval, alebo nesprávne pohybové vzory, ktoré môžu viesť k bolesti alebo zraneniam. Cieľom je optimalizovať biomechaniku chôdze, zlepšiť pohybový komfort a prevenciu porúch spojených s chôdzou.

Pomôcky

podobarometer



Kontraindikácie

Sledovanie odvalovej krivky chodidla nie je vhodné pre osoby so akútnymi zraneniami chodidla alebo dolných končatín (zlomeniny, podvrtnutia), ktoré môžu ovplyvniť pohyb a spôsobovať bolesti. Chronické zápalové ochorenia (napr. artritída, tendinitída) môžu skresliť výsledky analýzy kvôli zmenenej pohyblivosti.

Závažné neurologické poruchy (napr. Parkinsonova choroba, neuropatia) ovplyvňujú koordináciu a môžu spôsobiť abnormálne vzorce chôdze. U osôb s poruchami rovnováhy a stability môže byť analýza nepresná, pretože stabilita je kľúčová pre správny odval. Deformity chodidla (napr. ploché nohy, hallux valgus) môžu výrazne ovplyvniť normálny pohyb a skresliť výsledky.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení. Testujúci oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku. Testovaný vykonáva chôdzu prirodzene na boso. Oblečenie subjektu má byť pohodlné, aby ho neobmedzovalo pri vykonávaní testu.

Výšetrovacie metódy

Dynamický test na podobarometri.

Postup:

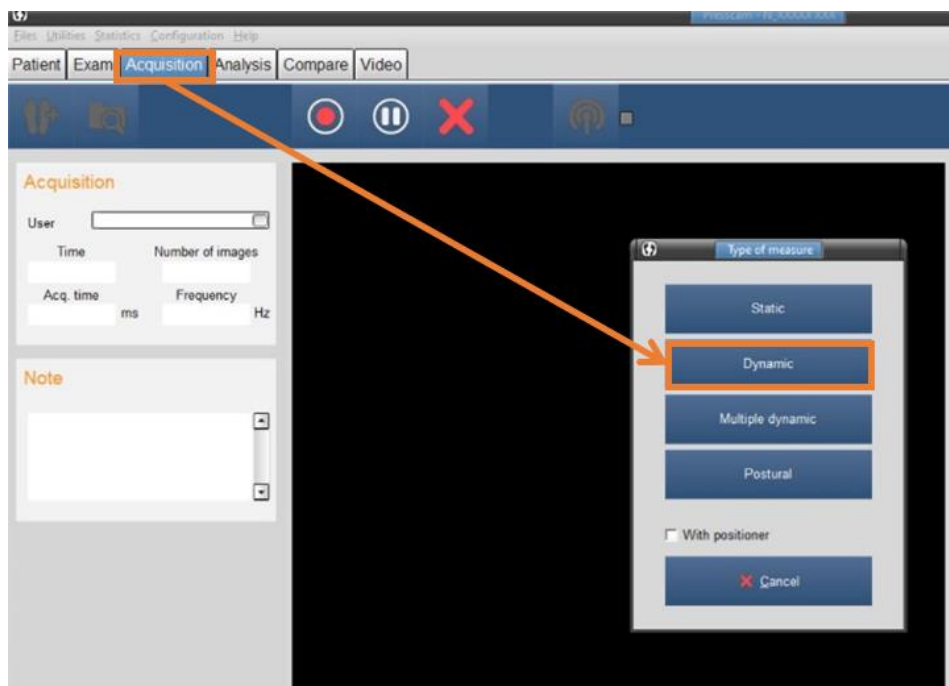
1. Nastavenie podobarometra:

Podobarometer pripojte k PC a spustíte príslušnú aplikáciu „**Presscam**“. V menu je potrebné zvoliť záložku „**Pacient**“ (Patient) a vyplniť kartu meraného (priezvisko, meno, dátum narodenia, pohlavie, výška, hmotnosť, veľkosť nohy a dominantná noha). Po vyplnení požadovaných informácií sa karta pacienta uloží stlačením ✓.

The screenshot shows the 'Presscam' application window. The 'Patient' tab is selected in the top menu. Below the menu, there is a toolbar with icons for patient management, camera, settings, and status. The main area displays the 'Patient' form with the following fields:

- Created on:** 26/04/2024
- By:** ADMIN
- Name:** N_XXXXX
- First name:** XXX
- Birth date:** 01/01/2000 (24 years)
- Birth place:** [empty field]
- Sex:** F
- Profession:** [empty dropdown]
- Height:** 173 cm
- Weight:** 69 Kg
- Foot size:** 39,5
- Dominant foot:** [empty dropdown]

2. Následne v ponuke menu zvolíte záložka „**Akvizícia**“ (Acquisition), kde v ponuke „**Typ merania**“ (Type of measure) vyberte možnosť „**Dynamic**“ meranie.



3. Nastavte parametre testu, ktoré potvrdíte stlačením ✓.

Acquisition parameters

Wait by the platform

Acquisition time	Frequency
1 s	100 img/s
Number of images	
100	
☐ Video recording	
Ok Cancel	

4. Testovaný subjekt je požiadany, aby inicioval prirodzenú chôdzu, pričom je potrebné, aby vykonal odval ľavého chodidla na podobarometrickej plošine, ktorá zaznamená odvalovú krivku ľavého chodidla. Následne počas čo najprirodzenejšej chôdze vykoná odval pravého chodidla na podobarometrickej plošine.



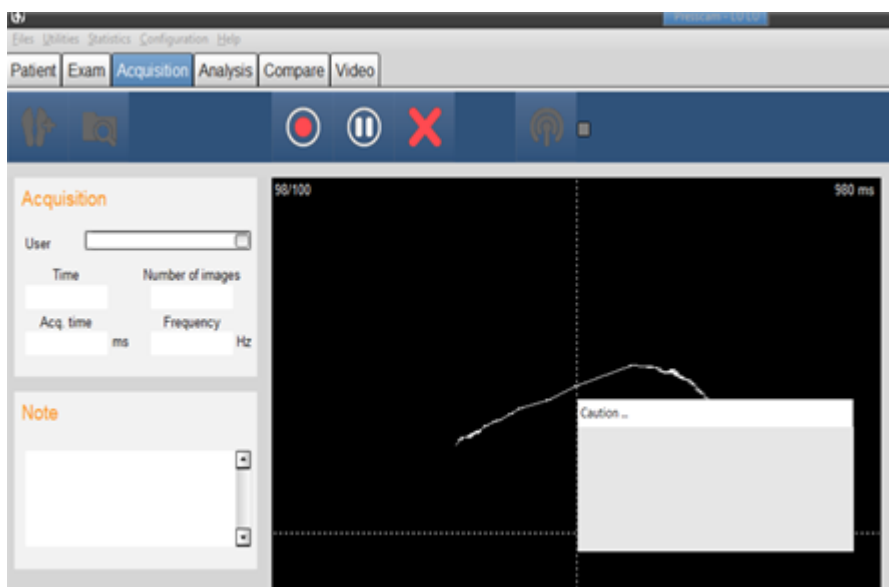
Caution ...



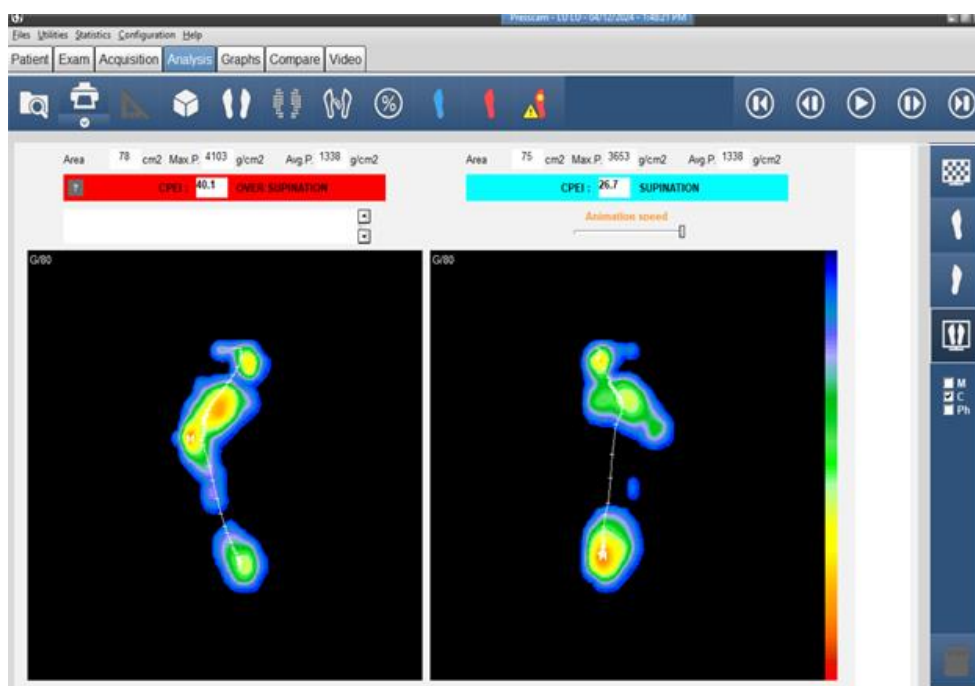
Caution ...



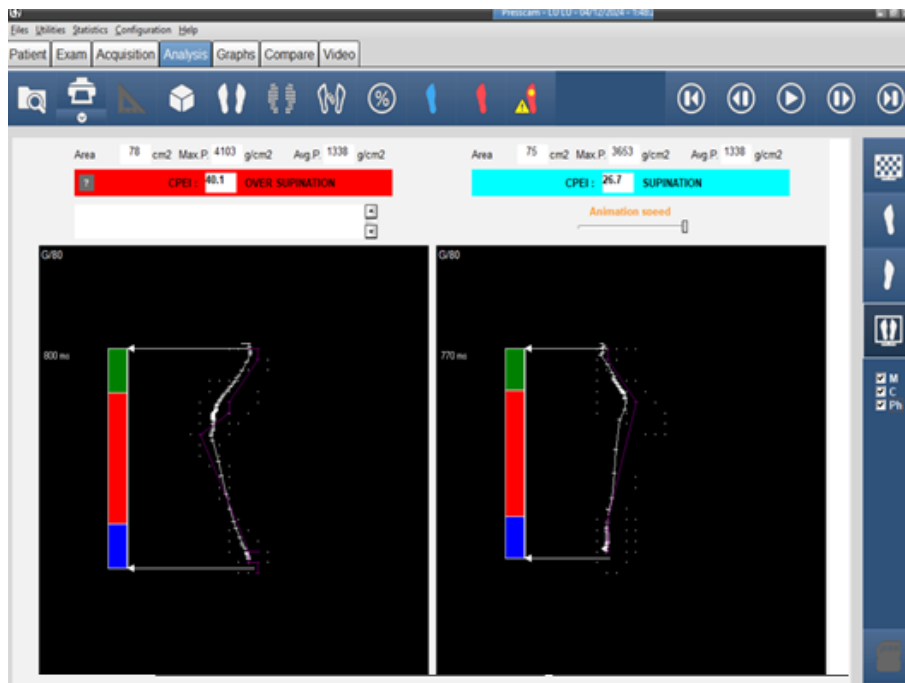
5. Následne sa na obrazovke zobrazí odvalová krivka.



6. Po kontakte ľavého a pravého chodidla sa na obrazovke zobrazí grafická reprezentácia odvalových kriviek chodidiel a test sa ukončí.



7. Pre informácie súvisiace s etapami stojnej fázy cyklu chôdze je možné využiť nasledujúce zobrazenie, kde prostredníctvom farebného stĺpca je znázornená etapa stojnej fázy (modrá značí počiatočný kontakt, červená značí prenos zaťaženia na strednú časť chodidla a zelená značí ukončenie opory).



8. Opakujte postup od 2. kroku, pričom subjekt bude vykonávať pomalšiu/rýchlejšiu chôdzu.
9. Zo získaných dát porovnajte priebeh, tvar a dĺžku odvalových kriviek oboch chodidiel.

Prílohy

Grafické výstupy z podobarometra.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie odvalových kriviek chodidiel meraného subjektu a ich vzájomné porovnanie. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Hodnotenie chôdze nástrojom JACKS Observational Gait Analysis

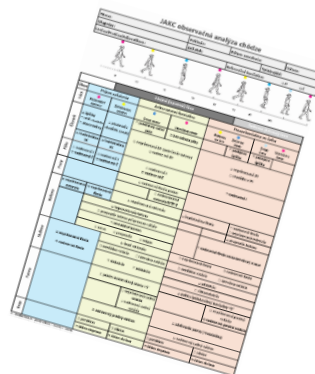
Zadanie

Cieľom je preskúmať hodnotenie chôdze s využitím nástroja JACKS Observational Gait Analysis (OGA), ktorý je špecializovaným nástrojom na analýzu chôdze pomocou pozorovania a hodnotenia pohybových vzorcov. JACKS OGA umožňuje odborníkom na biomechaniku sledovať, analyzovať a interpretovať kinematické a kinetické parametre pohybu počas chôdze na základe vizuálnych pozorovaní. Tento nástroj je navrhnutý tak, aby poskytol detailný pohľad na kvalitu a efektívnosť chôdze, ako aj identifikoval možné patologické vzorce, ktoré by mohli viesť k zraneniam alebo diskomfortu. JACKS OGA pomáha pri hodnotení chôdze prostredníctvom hodnotenia viacerých aspektov, ako sú symetria krokov, postavenie a pohyb kĺbov (kolená, bedrové kĺby, členky), spôsoby kontaktu chodidla so zemou a distribúcia síl počas chôdze. Tento nástroj umožňuje analýzu rôznych fáz chodového cyklu (napr. fáza kontaktu, fáza odrazu), čo pomáha lepšie pochopiť mechanizmy pohybu, ktoré ovplyvňujú efektívnosť chôdze a celkovú stabilitu.

JACKS OGA je užitočný v klinickej praxi, kde sa využíva na diagnostiku a hodnotenie rôznych pohybových porúch, ako sú asymetria pri chôdzi, problémy s držaním tela, bolestivé stavy kĺbov alebo poruchy svalovej koordinácie. Pomocou tohto nástroja môžu odborníci rýchlo identifikovať abnormality v pohybových vzorcoch a navrhnúť vhodné terapeutické zásahy. Jeho aplikácia je tiež dôležitá v oblasti športovej medicíny, kde pomáha optimalizovať pohybové vzorce športovcov a predchádzať zraneniam spôsobeným neefektívnou chôdzou alebo behom. Výsledky hodnotenia chôdze pomocou JACKS OGA poskytujú praktické informácie na zlepšenie liečby, prevencie a optimalizácie pohybu, čo môže významne prispieť k zlepšeniu kvality života pacientov aj športovcov.

Pomôcky

Videozáznam, formulár JACKS OGA,



Kontraindikácie

Použitie nástroja JACKS OGA môže byť nevhodné pri pacientoch s akútnymi zraneniami (zlomeniny, podvrtnutia), silnými bolesťami alebo zápalmi, ktoré znemožňujú vykonávanie chôdze. Takisto nie je vhodný pre osoby so závažnými neurologickými poruchami (napr. ťažká paralýza, Parkinsonova choroba) alebo mentálnymi a kognitívnymi poruchami (demencia), ktoré ovplyvňujú schopnosť vykonávať štandardné pohyby. Analýza môže byť nepresná aj u pacientov s ťažkými deformitami chodidiel alebo obmedzeným rozsahom pohybu kĺbov. U osôb so závažnými poruchami rovnováhy alebo stabilizácie pohybu môže byť analýza neúčinná alebo nepresná.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení. Testujúci oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku. Pri jednofarebnom pozadí vyhotovte videozáznam chôdze vo formáte .mp4 a .mov. Videozáznam vyhotovte z frontálneho ako aj zo sagitálneho pohľadu (min. 60 s, musí zahŕňať niekoľko úplných krokov oboma smermi). Uistite sa, že na videozázname je viditeľná celá dráha chôdze subjektu. Testovaný vykonáva prirodzenú chôdzu. Oblečenie subjektu má byť pohodlné, aby ho neobmedzovalo pri vykonávaní testu.

Vyšetrovacie metódy

Pozorovanie chôdze z videozáznamu.

Postup:

1. Zaznamenajte chôdzu pomocou kamery alebo videozáznamového systému, čo umožňuje detailnejšiu analýzu a opakovateľnosť hodnotení.
2. Vykonajte pozorovanie chôdze. Podmienky pozorovania budú stanovené individuálne podľa hodnotených subjektov.
3. Počas pozorovania zhodnoťte niekoľko kľúčových biomechanických parametrov:
 - symetria krokov: sleduje sa, či sú kroky na oboch nohách rovnaké, čo naznačuje správnu koordináciu a rovnomerné rozloženie záťaže.
 - postavenie tela a držanie: sleduje sa celkové držanie tela a stabilitu, ako aj vychýlenia v postavení hlavy, trupu a nôh.
 - fázy chôdze: zaznamenávajú sa jednotlivé fázy chôdze, ako je kontakt chodidla s povrchom, fáza odrazu a fáza zotrvania.
 - pohyb kĺbov: pozorujú sa pohyby kĺbov, ako sú kolená, členky a bedrové kĺby. Sleduje sa rozsah pohybu a akékoľvek obmedzenie alebo asymetria v pohybe.
 - rovnováha a stabilita: sleduje sa, ako dobre si jedinec udržiava rovnováhu počas chôdze, najmä pri prechodoch medzi fázami kontaktu a odrazu.
4. Zapište zistené informácie do formulára JACK OGA.
5. Analyzujte údaje a vypočítajte charakteristiky kroku.

JACK observačná analýza chôdze

Meno:	Pohlavie:	Dátum narodenia:	Dátum:
Diagnóza:	Začiatok:	Vyšetrujúci:	
Ortéza/Protéza/Adjuvativikum:		Referenčná končatina:	☐ P ☐ Ľ

		Stojná (oporná) fáza				Švihová (letová) fáza			
Úkon	Prijem zaťaženia		Jedna oporná končatina		Posun končatiny vo švih				
Fázy	 POČIATOČNÝ KONTAKT	 ZAŤAŽOVACIA ODOZVA	 STRED OPORY	 UKONČENIE OPORY	 PRÍPRAVA NA ŠVIH	 ZAČIATOK ŠVIHU	 STRED ŠVIHU	 UKONČENIE ŠVIHU	
Členok	☐ špička ☐ celé chodidlo ☐ abnormálny	☐ plesknutie chodidla (zvuk)	☐ predčasný odraz päty	☐ bez odrazu päty		☐ padajúca špička	☐ padajúca špička		
	☐ inadekvátna DF	☐ inadekvátna PF	☐ neprimeraná DF (pokrčenie kolena) ☐ nadmerná DF		☐ neprimeraná DF ☐ chodidlo v PF				
Päta	☐ nadmerná I ☐ nadmerná E	☐ nadmerná I ☐ nadmerná E	☐ nadmerná I ☐ nadmerná E		☐ nadmerná I				
Prsty			☐ nadmerná flexia prstov						
			☐ nedostatočná extenzia MTP X						
Koleno	☐ neprimeraná extenzia	☐ neprimeraná flexia	☐ neprimeraná extenzia		☐ inadekvátna flexia		☐ nadmerná flexia ☐ neprimeraná extenzia		
		☐ hyperextenzia kolena					☐ prepnutie kolena		
		☐ prepnutie kolena pri prenose záťaže					☐ nadmerná flexia na kolaterálnej strane		
		☐ nestabilné koleno							
	☐ varus ☐ prepnutie ☐ valgus								
Stehno	☐ neprimeraná flexia ☐ nadmerná flexia		☐ inad. extenzia		☐ neprimeraná flexia ☐ nadmerná flexia				
			☐ mediálna rotácia ☐ laterálna rotácia		☐ mediálna rotácia ☐ laterálna rotácia				
			☐ abdukcia ☐ addukcia		☐ addukcia ☐ cirkumdukcia				
Panva			☐ pokles kolaterálnej strany >5°		☐ pokles ipsilaterálnej končatiny >5°				
				☐ neprimeraná zadná rotácia ☐ nadmerná zadná rotácia			☐ neprimeraná predná rotácia ☐ nadmerná predná rotácia		
			☐ nadmerný predný náklon		☐ zdvihnutie panvy (>neutrálna)				
					☐ nadmerný zadný náklon				
Trup			☐ predklon	☐ záklon	☐ predklon		☐ záklon		
			☐ úklon doprava	☐ úklon doľava	☐ úklon doprava		☐ úklon doľava		

DF = dorsálna flexia, PF = plantárna flexia, I = inverzia, E = evertzia

JACK observačná analýza chôdze

Zhrnutie odchýlok v rámci základných výkonov

Príjem zaťaženia:

Jedna oporná končatina:

Posun končatiny vo švih:

Horné končatiny: Striedavý pohyb

☐

Áno

☐

Nie

Výpočet charakteristík kroku

Rýchlosť vybraná používateľom:

Prejdená vzdialenosť m

Čas na prekonanie vzdialenosti s,

Počet krokov

Výpočty:

$$\text{rýchlosť (m/s)} = \frac{\text{prejdená vzdialenosť (m)}}{\text{čas (s)}}$$

$$\text{kadencia (kroky/min)} = \frac{\text{počet krokov}}{\text{čas (s)} \cdot 60}$$

$$\text{dĺžka kroku (m)} = \frac{\text{rýchlosť (m/min)}}{\text{kadencia (kroky/min)}}$$

Prílohy

Formulár JACKS observačná analýza chôdze a videozáznam chôdze.

Vyhodnotenie

Vypracujte celkové hodnotenie chôdze na základe výsledkov získaných pomocou JACKS OGA. Vyhodnoťte odchýlky a asymetrie, ako napríklad rozdiely v dĺžke krokov alebo odchýlky v držaní tela, môžu naznačovať patológie. Uveďte odporúčania pre ďalšie kroky v závislosti od individuálnych výsledkov analýzy. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.

4 EMG ANALÝZA

Elektromyografia (EMG) je diagnostická metóda, ktorá sa používa na hodnotenie a zaznamenávanie elektrickej aktivity svalov. Táto metóda má široké využitie v medicíne, najmä v neurológii, ortopédii a rehabilitácii, kde poskytuje cenné informácie o fungovaní svalov. EMG sa využíva na diagnostiku rôznych ochorení, ktoré môžu ovplyvniť svalový a nervový systém, ako sú napríklad neuropatie, myopatie, radikulopatie alebo poruchy pri neuromuskulárnej transmisii. V oblasti športu a fyzioterapie sa EMG využíva na analýzu svalovej aktivity počas cvičenia, čím pomáha identifikovať neefektívne alebo potenciálne škodlivé pohybové vzory. Toto umožňuje športovcom a trénerom optimalizovať tréningové programy, zlepšiť výkon a minimalizovať riziko zranení.



V protetike má svoje využitie pri ovládaní protetických končatín, kde je zásadným komponentom myoelektrickej protézy ovládanej svalovou aktivitou. Senzory umiestnené na koži nad reziduálnymi svalmi amputovanej končatiny snímajú elektrické signály vytvárané počas kontrakcie svalov. Tieto signály sú potom spracované a použité na ovládanie pohybov protetickej končatiny. Taktiež zohráva významnú úlohu aj v personalizácii protéz, umožňuje prispôbiť protézu individuálnym potrebám používateľa, optimalizovať ovládanie a zlepšiť funkčnosť protetickej pomôcky a pri vývoji a testovaní protetických zariadení (umelé nervové rozhrania alebo pokročilé algoritmy na spracovanie EMG signálov).

V ortotike pre optimalizáciu ortotických zariadení, pri vývoji a úprave dynamických ortéz, ktoré podporujú alebo zlepšujú pohyb, sa EMG používa na monitorovanie svalovej aktivity počas chôdze alebo iných pohybov.

Kľúčové slová

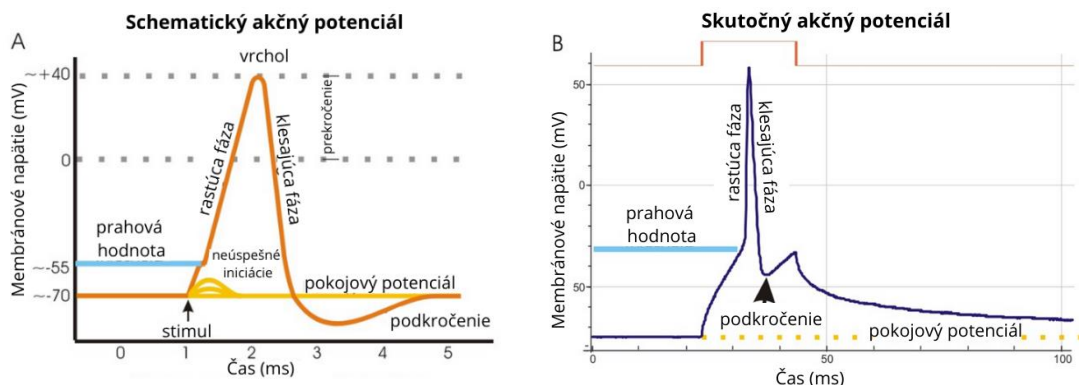
EMG signál, akčný potenciál, povrchová EMG, motorický bod, elektródy



Elektromyografia (EMG) je vyšetrovacia metóda, ktorá je založená na snímaní povrchovej alebo intramuskulárnej svalovej aktivity. Zaznamenáva zmenu elektrického potenciálu, ku ktorej dochádza pri svalovej aktivácii.



Akčný potenciál (obr. 29) je dočasná, rýchla a vratná zmena membránového potenciálu na membránach nervových a svalových buniek. Umožňuje prenos vzruchu a aktivuje svalový sťah.



Obr. 29 Akčný potenciál.



Motorický bod je anatomicky definované miesto, z ktorého je možné vyvolať kontrakciu najmenšou intenzitou dráždiaceho prúdu. Vo väčšine prípadov sa nachádza v proximálnej tretine svalu. Zároveň sa väčšinou jedná o miesto vstupu nervu s vysokým nahromadením nervovosvalových platničiek. U denervovaného svalu sa motorický bod presúva distálne. Väčšinou do oblasti, kde sval prebieha blízko pod povrchom.

Meranie EMG sa delí na dve hlavné metódy: **povrchová elektromyografia (sEMG)** a **ihlová (intramuskulárna) elektromyografia**. Povrchová EMG zaznamenáva elektrickú aktivitu svalov pomocou elektród umiestnených na koži nad svalom. Táto metóda je neinvazívna a často sa používa na analýzu svalovej aktivity počas bežných pohybov alebo fyzických cvičení. Na druhej strane, ihlová EMG zahŕňa zavedenie tenkej ihly priamo do svalu, čo umožňuje podrobnejšie vyhodnotenie funkcie konkrétnych svalových vlákien a nervov.

U povrchovej EMG prechádza AP cez príslušné svalové tkanivo, tuk a kožu, na ktorej povrchu je detegované. EMG signál je výsledkom sledu akčných potenciálov motorických jednotiek, ktoré sú detegované povrchovou elektródou v blízkosti kontrahovaných svalových vlákien.



Motorická jednotka je skupina svalových vlákien, ktorá je inervovaná jedným motorickým neurónom. Počet vlákien v jednotke sa veľmi líši a závisí na jemnosti pohybu svalu. Motorická jednotka pozostáva z jedného motoneurónu a všetkých svalových vlákien, ktoré inervuje. Pri jemných pohyboch je aktivovaných len niekoľko svalových vlákien v motorickej jednotke, čo umožňuje vysokú presnosť a kontrolu. Naopak, pri silových pohyboch sú aktivované väčšie motorické jednotky s viacerými svalovými vláknami. Najmenšie jednotky sú zrejmé v okohybných svaloch (okolo desať), najväčšie v chrbtových svaloch (až dva tisíce). Svalové vlákna jednej motorickej jednotky sú usporiadané difúzne vo väčšej časti svalu. To umožňuje, aby pri určitom napätí svalu mohli pracovať len niektoré jednotky a ostatné odpočívali, pričom sa v aktivite postupne striedajú.

FUNKČNÁ SVALOVÁ ANALÝZA



Funkčná svalová analýza je hodnotiacia metóda, ktorá sa používa na posúdenie svalovej funkcie v reálnych pohybových situáciách. Cieľom tejto analýzy je zistiť, ako efektívne a správne pracujú svaly pri vykonávaní konkrétnych úloh, ako sú napríklad chôdza, beh, zdvíhanie bremien alebo športové aktivity. Na rozdiel od tradičných testov svalovej sily, ktoré často merajú izolované svalové kontrakcie, funkčná svalová analýza sa zameriava na komplexné pohyby, ktoré lepšie odrážajú skutočné požiadavky na telo počas každodenných činností.

Ciele funkčnej svalovej analýzy:

- Identifikácia svalových dysbalancií (nerovnováha medzi svalovými skupinami, ktoré môžu viesť k neefektívnym pohybovým vzorom, bolestiam alebo zvýšenému riziku zranenia).
- Hodnotenie koordinácie a pohybových vzorov: analýza umožňuje posúdiť, ako dobre spolupracujú rôzne svalové skupiny pri vykonávaní zložitejších pohybov.
- Diagnostika príčin bolesti alebo obmedzení.
- Optimalizácia rehabilitačných programov (vytvorenie individuálnych cvičebných programov).

EMG A SVALOVÁ ÚNAVA

Svalová únava je definovaná ako dočasné zníženie schopnosti svalu generovať silu. EMG poskytuje cenné informácie o zmenách v svalovej aktivite, ku ktorým dochádza počas fyzického výkonu a následnej únavy. Tieto zmeny možno analyzovať na úrovni jednotlivých svalových vlákien aj celých svalových skupín, čo umožňuje presnejšie pochopiť mechanizmy únavy a ich dopad na výkon.

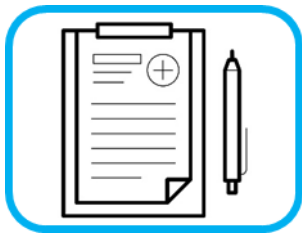


Využitie EMG pri štúdiu svalovej únavy:

- Zmeny vo frekvenčnom spektre: Počas svalovej únavy dochádza k zníženiu frekvencie signálov zaznamenaných pomocou EMG, čo sa prejavuje ako posun frekvenčného spektra smerom k nižším frekvenciám. Tento jav sa označuje ako "spomalenie frekvencie" a je dôsledkom únavy svalových vlákien, ktorá vedie k zmenám v elektrickej aktivite svalu.
- Zmeny v amplitúde: Amplitúda EMG signálu sa môže počas únavy zvyšovať alebo znižovať v závislosti od rôznych faktorov, ako je typ svalových vlákien alebo intenzita vykonávanej aktivity. Napríklad, pri dlhodobom cvičení s nízkou intenzitou sa často pozoruje zníženie amplitúdy, čo odráža zníženú schopnosť svalu generovať napätie.
- Svalová aktivácia a motorické jednotky: Rekrutácia motorických jednotiek: EMG umožňuje sledovať, ako sa počas únavy mení rekrutácia motorických jednotiek. S rastúcou únavou sú aktivované nové motorické jednotky, čo vedie k zmenám v EMG signáli, ako sú zvýšená amplitúda a zníženie frekvencie. Tento proces pomáha udržať svalový výkon, aj keď sa hlavné motorické jednotky unavujú. Synchronizácia motorických jednotiek: Svalová únava môže ovplyvniť aj synchronizáciu motorických jednotiek, čo sa prejavuje zmenami v časovaní EMG signálov. Zhoršená synchronizácia vedie k menej efektívnemu svalovému výkonu a k zvýšeniu energetických nárokov na daný pohyb.
- Monitoring únavy počas výkonu: EMG sa často používa na monitorovanie únavy počas rôznych fyzických aktivít (dynamické sledovanie), ako sú vytrvalostné cvičenia, silové tréningy alebo športové výkony. Toto monitorovanie umožňuje športovcom a trénerom prispôbiť tréningový režim tak, aby sa predišlo pretrénovaniu alebo zraneniu spôsobenému nadmernou únavou.
- Identifikácia svalovej nerovnováhy: EMG môže odhaliť, ktoré svaly sa unavujú rýchlejšie a prispievajú k celkovej svalovej únave, čo je dôležité pre ciele intervencie. Napríklad, ak sa jeden sval unaví rýchlejšie ako iné, môže to viesť k nesprávnym pohybovým vzorom a zvýšenému riziku zranenia.
- Rehabilitácia a zotavenie: hodnotenie svalovej regenerácie po náročnom tréningu alebo zranení. Analýza EMG signálov môže ukázať, ako rýchlo sa sval zotavuje z únavy a kedy je pripravený na ďalší výkon alebo rehabilitačný postup. Biofeedback môže pomôcť jednotlivcom lepšie zvládnuť únavu počas tréningu tým, že im poskytuje spätnú väzbu o aktuálnej svalovej aktivite a úrovni únavy. Toto umožňuje lepšie riadenie intenzity cvičenia a prevenciu predčasnej únavy.

Elektromyografická (EMG) analýza sa využíva na monitorovanie a hodnotenie svalovej aktivity v rôznych oblastiach. V športe slúži na optimalizáciu výkonu a prevenciu zranení, monitorovaním svalovej aktivity počas tréningu. Rehabilitácia využíva EMG na sledovanie obnovy svalovej sily po zraneniach alebo operáciách. Výskum EMG analyzuje svalové odpovede na rôzne stimuly, čo pomáha lepšie pochopiť motorické funkcie a neuromuskulárnu kontrolu.





Funkčná svalová analýza

Zadanie

Svalové tkanivá udržiavajú elektrickú nerovnováhu alebo potenciály cez bunkové membrány koncentráciou kladných alebo záporných nábojov na opačných stranách týchto membrán. Tieto potenciály sú formou uloženej energie. Pri aktivácii (napríklad z nervového impulzu) môžu ióny prechádzať cez membrány svalových buniek, pričom vytvárajú elektrickú aktivitu a vedú k svalovej kontrakcii.

Experiment je zameraný na analýzu elektrickej aktivity dorzálnej skupiny svalov predlaktia (extenzory). Tieto svaly majú začiatok v šľachách proximálneho dorzálneho predlaktia v oblasti laterálneho epikondylu a upínajú sa distálne k šľachám, ktoré riadia extenziu ruky a prstov. Sledovanie elektrickej aktivity svalov a vyšetrenie normálnej funkcie svalu sa uskutoční použitím systému Vernier. Cieľom je získať grafickú reprezentáciu aktivity svalu a sledovať svalovú aktivitu pri pohybe. Cieľom analýzy je optimalizovať pohybový výkon, prispieť k rehabilitácii a prevencii zranení, ako aj zlepšiť celkovú funkčnosť a efektivitu svalových systémov.

Pomôcky

1. LabQuest 3
2. Vernier EKG Sensor
3. elektródy
4. činka 1-2 kg
5. pravítko
6. dermografická ceruzka



Kontraindikácie

Funkčná svalová analýza pomocou sEMG nie je vhodná pre osoby s akútnymi kožnými problémami (napr. zápaly, rany, popáleniny), ktoré ovplyvňujú pripojenie elektród. Akútne svalové alebo kĺbové zranenia (zlomeniny, výrony) môžu spôsobovať bolesť a ovplyvniť správnosť merania. Závažné neurologické poruchy (napr. Parkinsonova choroba, akútna neuropatia) môžu skresliť výsledky kvôli narušeniu svalovej aktivity. Akútne zápaly alebo infekcie v oblasti merania môžu viesť k bolestivým reakciám a nepresným údajom. Tehotenstvo a psychické poruchy (napr. úzkosť) môžu ovplyvniť schopnosť pacienta relaxovať počas testu a skresliť výsledky.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku použitia zariadení.

Respondent si odstráni všetky šperky a hodinky, oblečenie nesmie obmedzovať vykonávanie testov. Počas testovania sa respondent riadi podľa pokynov testujúceho.

Súčasťou zadania je aj anamnéza subjektu (ochorenia pohybového ústrojenstva a pohybová aktivita). Získané údaje a merania je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek a vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Vyhotovené fotografie participanta z každého merania sú súčasťou protokolu a slúžia na vyznačenie zistení testujúceho.

Vyšetrovacie metódy

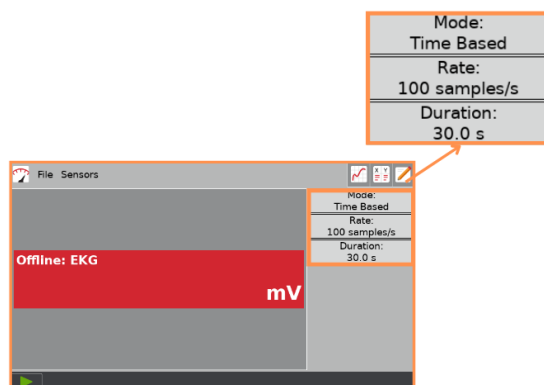
EMG analýza:

1. Meranie elektrickej aktivity svalovej kontrakcie počas vykonávania pohybu.
2. Meranie elektrickej aktivity svalovej kontrakcie počas pohybu končatiny so záťažou.

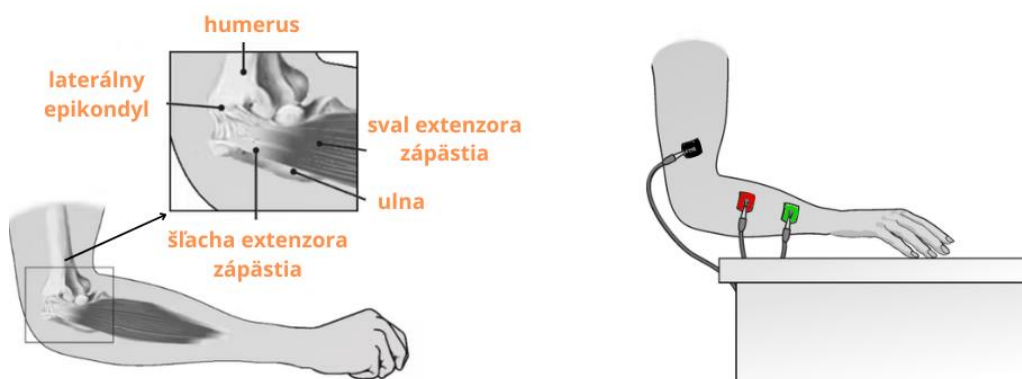
MERANIE ELEKTRICKEJ AKTIVITY SVALOVEJ KONTRAKCIE POČAS VYKONÁVANIA POHYBU

Postup:

1. Zapnite zariadenie LabQuest 3 stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Po zapnutí spustíte aplikáciu „**LabQuest App**“ v ktorej zvolíte možnosť „**File**“ a následne „**New**“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa v momente na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „**Sensors**“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti. Výberom možnosti „**Wireless Device Setup**“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka bliká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „**OK**“.
2. Na pravej strane obrazovky zvolením možnosti „**Rate**“ nastavte rýchlosť zberu údajov na 100 vzoriek za sekundu a možnosti „**Duration**“ nastavte trvanie zberu údajov na 30 sekúnd. Pred každým novým a opakovaným meraním si skontrolujte tieto nastavenia.



- Prilepte tri elektródy na dominantnú hornú končatinu subjektu, ako je znázornené na obrázku. Dve elektródy by mali byť umiestnené na dorzálnom predlaktí, 5 cm a 10 cm od laterálneho epikondylu humeru (výbežok ramennej kosti) pozdĺž imaginárnej línie spájajúcej epikondyl humeru a prostredník. Tretia elektróda by mala byť umiestnená na ľubovoľnej časti ramena.



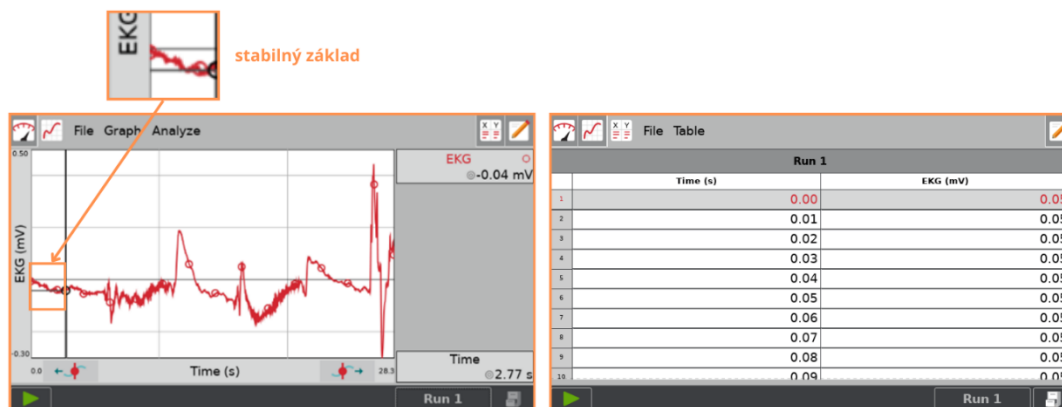
- Pripojte svorky EMG senzoru k úchytkám elektród, červený a zelený vodič by mali byť pripojené k úchytkám na predlaktí subjektu. Pripojte čierny vodič k elektróde na ramene. Subjekt položí končeky prstov na stôl, pričom dlaň drží nad povrchom stola a v jednej rovine s predlaktím.



- Kliknite na ikonku ► v ľavom dolnom rohu, čím spustíte zber dát. Ak má graf stabilný základ 5 sekúnd, kliknite ◼ čím zastavíte zber dát a pokračujte krokom 6. Ak má váš graf nestabilný základ (vysoké výkyvy krivky), zber dát zastavte a meranie spustíte znova, kým nedosiahnete stabilný základ po dobu 5 sekúnd.
- Po zaznamenaní stabilného základu po dobu 5 sekúnd, meraný subjekt jemne ohne ruku dorzálnym smerom čo najviac do dorzálnej flexie ako je znázornené na obrázku. Subjekt udržiava túto pozíciu po dobu 5 sekúnd, čas sledujte v dolnom rohu vpravo. Následne subjekt vráti ruku do uvoľnenej pozície, so špičkami prstov položenými na povrch stola, na 5 sekúnd. Opakujte dorzálnu flexiu a relaxáciu ešte raz – 5 sekúnd s ohnutou rukou, následne 5 sekúnd s rukou v odpočinkovej pozícii. Dáta budú zaznamenávané počas 25 sekúnd.



7. Zo získaných dát určte maximálne a minimálne hodnoty v intervaloch extenzie predlaktia a v pokojovej polohe. Zaznamenajte minimálne a maximálne hodnoty zobrazené v tabuľke so zaokrúhlením na najbližších 0,01 mV. Zaznamenajte a zapíšte minimálne a maximálne hodnoty do tabuľky v protokole.



MERANIE ELEKTRICKEJ AKTIVITY SVALOVEJ KONTRAKCIE POČAS POHYBU KONČATINY SO ZÁŤAŽOU

Postup:

1. Zhromažďujte údaje, aby ste preskúmali účinok zdvíhania závažia pomocou extenzorov v nasledujúcich polohách so záťažou. Postupujte rovnako ako pri meraní bez záťaže.
2. Nastavenia zberu údajov ponechajte rovnaké ako pri meraní bez záťaže. Rukou uchopte činku (2 kg) a počas merania udržiavajte hornú končatinu po dobu 5 sekúnd v polohe znázornenej na obrázku.

prvý pohyb s úchopom činky zdola

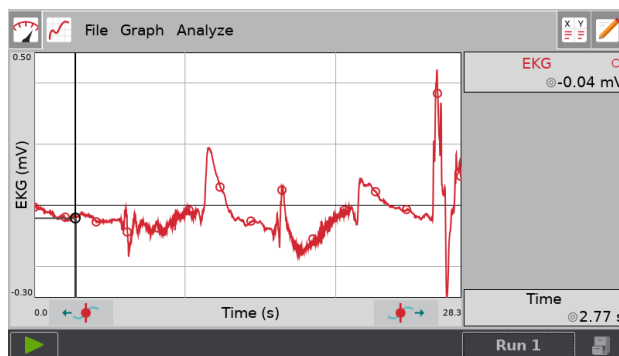


3. Ďalšie meranie vykonajte v polohe znázornenej na obrázku a v danej polohe zotrvať 5 sekúnd.

druhý pohyb s úchopom činky zhora



4. Zaznamenajte minimálne a maximálne hodnoty zobrazené v tabuľke so zaokrúhlením na najbližších 0,01 mV. Zaznamenajte a zapíšte minimálne a maximálne hodnoty do tabuľky v protokole.

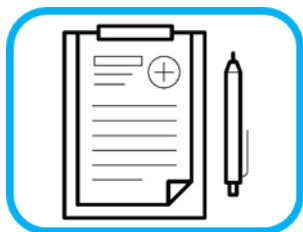


Prílohy

Grafické výstupy z merania EMG svalovej aktivity.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie elektrickej aktivity svalov ruky. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



EMG a svalová únava

Zadanie

Vôľová kontrakcia svalov je výsledkom komunikácie medzi mozgom a jednotlivými svalovými vláknami pohybového aparátu. Jednotlivé svalové vlákna v každej motorickej jednotke sa pri stimulácii sťahujú s odpoveďou „všetko alebo nič“, čo znamená, že svalové vlákno sa stiahne na svoj maximálny potenciál alebo sa nestiahne vôbec. Sila kontrakcie celého svalu závisí od toho, koľko jednotlivých vlákien je aktivovaných, a môže byť korelovaná s elektrickou aktivitou meranou na svaľe pomocou EMG senzora.

Pravidelné cvičenie je dôležité pre udržanie svalovej sily a kondície. Najbežnejšou formou neaeróbného cvičenia je izotonický (silový tréning). Pri izotonickom cvičení sval mení dĺžku proti konštantnej sile. Pri izometrickom cvičení zostáva dĺžka svalu rovnaká, keďže sú naň kladené väčšie nároky. Príkladom toho je držanie činky (alebo kufra) v jednej polohe na dlhší čas. Svalová únava sa vyskytuje pri oboch formách cvičenia.

V tomto experimente použijete Vernierov ručný dynamometer na meranie maximálnej sily úchopu a korelujete ju s elektrickou aktivitou zapojených svalov meranou pomocou Vernierovho EKG senzora. Uvidíte, či sa elektrická aktivita zmení ako svalová únava počas nepretržitého maximálneho úsilia. Nakoniec budete pozorovať výsledky vedomého úsilia prekonať únavu v testovaných svaloch.

Cieľom je sledovanie elektrickej aktivity svalov a vyšetrovanie normálnej funkcie svalu s použitím systému Vernier a získať grafickú reprezentáciu aktivity svalu, porovnať meranie sily úchopu s údajmi z EMG a vplyv únavy na merané parametre. Sledovať efekt sily úchopu a vedomého úsilia prekonať únavu.

Pomôcky

1. LabQuest 3
2. Vernier EKG Sensor
3. Vernier Hand Dynamometer
4. elektródy
5. dermografická ceruzka
6. pravítko



Kontraindikácie

Použitie EMG a dynamometrie môže byť nevhodné pre osoby s akútnymi zraneniami (zlomeniny, podvrtnutia, výrony), ktoré ovplyvňujú schopnosť vykonávať pohybové testy. Akútne zápalové alebo infekčné ochorenia v oblasti testovaných svalov môžu spôsobiť bolesť a nepresné výsledky. Závažné neurologické poruchy (napr. Parkinsonova choroba, neuropatia) môžu narušiť svalovú aktivitu a ovplyvniť správnosť meraní. Tehotenstvo môže obmedziť bezpečnosť testov, najmä pri dynamometrii, ktorá vyžaduje veľkú svalovú aktivitu. Psychické a psychiatrické poruchy (napr. úzkosť) môžu ovplyvniť schopnosť správne vykonávať testy a ovplyvniť výsledky. Absolvované operácie, amputácie alebo iné ochorenia pohybový aparát človeka (PAČ), je potrebné zaznamenať do protokolu, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku použitia zariadení. Pri tomto cvičení by študenti mali pracovať vo dvojiciach alebo skupinách. Pretože je dôležité, aby sa subjekt nepozeral na údaje počas ich zberu, jedna osoba by mala byť zodpovedná za zber údajov, zatiaľ čo druhá vykonáva experiment. Osoba, ktorá zhromažďuje údaje, by mala pôsobiť ako kouč pre subjekt, aby ho povzbudila vynaložiť maximálne úsilie, najmä počas posledných 10 s zberu údajov.

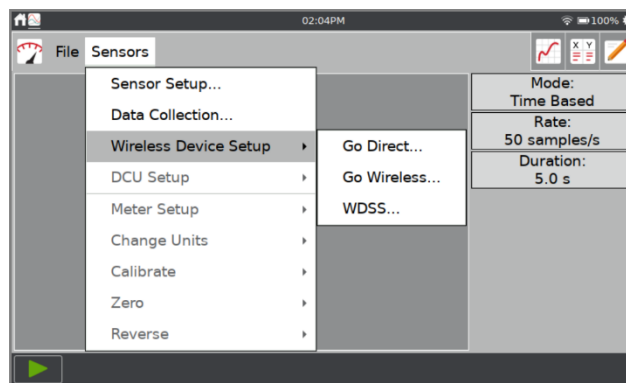
Výšetrovacie metódy

Meranie elektrickej aktivity svalovej kontrakcie úchopu a úchopovej sily bez vizuálneho feedbacku, s vizuálnym feedbackom a opakujúceho sa úchopu.

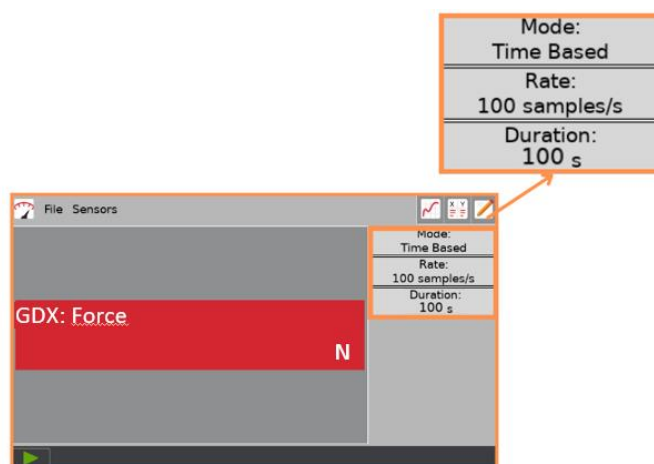
MERANIE ELEKTRICKEJ AKTIVITY SVALOVEJ KONTRAKCIE ÚCHOPU A ÚCHOPOVEJ SILY BEZ VIZUÁLNEHO FEEDBACKU

Postup:

1. Zapnite zariadenie LabQuest 3 stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Po zapnutí spustíte aplikáciu „**LabQuest App**“ v ktorej zvolíte možnosť „**File**“ a následne „**New**“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa v momente na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „**Sensors**“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti. Výberom možnosti „**Go Direct**“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka bliká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „**OK**“.



2. Na obrazovke meracej jednotky vyberie možnosť „**Duration**“ (doba zberu). Zmeňte dobu zberu údajov na 100 sekúnd a potvrďte tlačidlom „**OK**“.

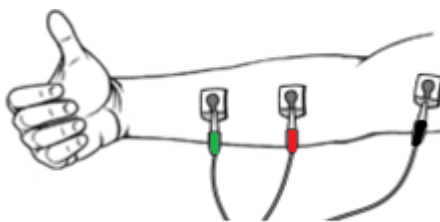


3. Vynulujte výsledky na dynamometri. Dynamometer uchopte a držte vo zvislej polohe. Na senzory nepôsobte žiadnou silou. Keď sa hodnota ustáli, v ponuke „**Sensors**“ (snímače) nastavte hodnotu na 0 pomocou funkcie „**Zero**“ - Go Direct Force.

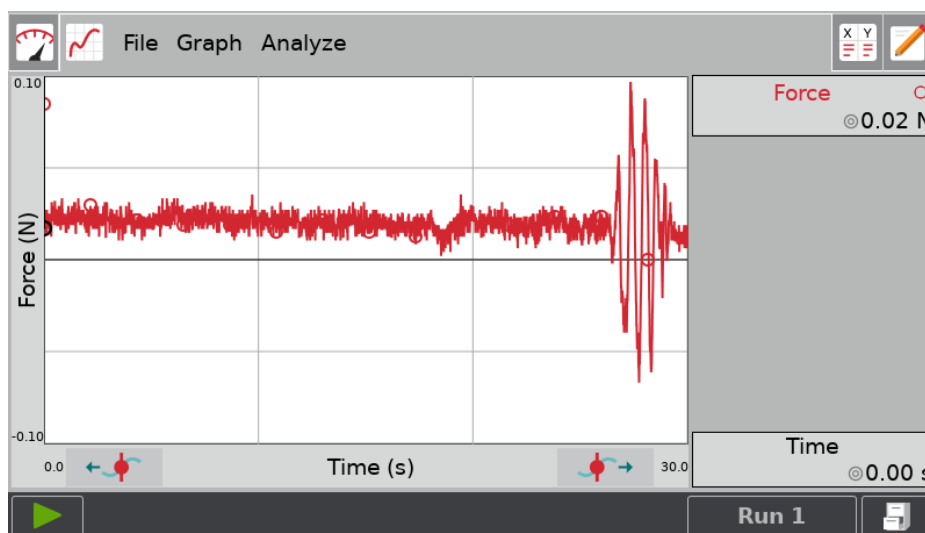


4. Na hornú končatinu pripevnite tri elektródy, ako je znázornené na obrázku. Dve elektródy umiestnite na ventrálnu časť predlaktia, 5 cm a 10 cm od mediálneho epikondylu pozdĺž pomyslenej čiary spájajúcej epikondyl a prostredník. Tretia elektróda by mala byť umiestnená na ramene.

Pripojte svorky EMG k úchytkám elektród, ako je znázornené na obrázku. Červený a zelený vodič by mali byť pripojené k elektródam na predlaktí subjektu, ktoré sú pre tento experiment zameniteľné. Pripojte čierny vodič k elektróde na ramene.



5. Nechajte subjekt sedieť s vystretým chrbtom a chodidlami rovnými na podlahe. Lakeť by mal zviať uhol 90°, ramená by nemali byť podopreté. Nechajte objekt zavrieť oči alebo odvrátiť zrak od obrazovky.
6. Požiadajte subjekt, aby uchoпил snímač plnou silou a začnite zber dát. Subjekt by mal počas obdobia zberu údajov vyvinúť maximálne úsilie. Po 80 s by mal laboratórny partner povzbudiť subjekt, aby sa chytil ešte silnejšie. Údaje sa budú zbierať 100 s.
7. Meranie opakujte aj pre druhú ruku a údaje zaznačte do tabuľky.
8. Použite graf sily vs. čas na určenie priemernej sily vynaloženej počas rôznych časových intervalov.
 - a. Ťuknite na kurzor na grafe a ťahajte ho cez namerané údaje od 0 s do 20 s aby ste zvýraznili priebeh merania.
 - b. Kliknite na tlačidlo „Štatistiky“ , aby sa zobrazil štatistický rámik.
 - c. Zaškrtnite políčka pred „Run 1“ a „Latest“ a kliknite na tlačidlo „OK“.
 - d. Zaznamenajte maximálnu, minimálnu a priemernú silu pre každý priebeh (časový interval: 0 – 20 s, 20 – 40 s, 40 – 60 s, 60 – 80 s a 80 – 100 s) so zaokrúhlením na najbližšiu hodnotu 0,1 N.
 - e. Vypočítajte rozdiel medzi každou minimálnou a maximálnou hodnotou a zaznamenajte túto hodnotu do stĺpca ΔN v tabuľke.



Vypočítajte rozdiel medzi každou minimálnou a maximálnou hodnotou a zaznamenajte túto hodnotu do stĺpca ΔmV v tabuľke.

MERANIE ELEKTRICKEJ AKTIVITY SVALOVEJ KONTRAKCIE ÚCHOPU A ÚCHOPOVEJ SILY S VIZUÁLNYM FEEDBACKOM

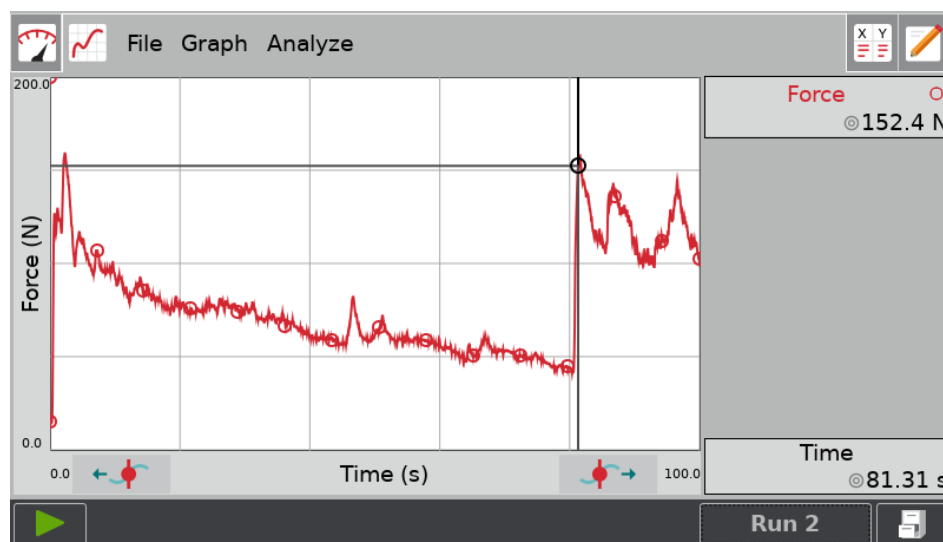
Postup:

9. Nechajte subjekt sedieť s vystretým chrbtom a rovnými chodidlami na podlahe. Dynamometer uchopte a držte vo zvislej polohe.

Požiadajte subjekt, aby zaujal polohu v sede s lakťom pod uhlom 90° s ramenom bez podpory a aby zavrel oči alebo sa odvrátil od obrazovky. Spustite zber údajov a požiadajte subjekt, aby uchopil snímač plnou silou. Subjekt by mal počas trvania experimentu vyvinúť maximálne úsilie.

Po 80 sekundách vyzvite subjekt, aby sledoval obrazovku a pokúsil sa opätovne dosiahnuť svoju počiatočnú silu úchopu (úroveň dosiahnutú v prvých sekundách experimentu) a udržať tento úchop počas trvania experimentu. Celkový zber dát bude trvať 100 s.

10. Pokračujte krokom 7.



MERANIE ELEKTRICKEJ AKTIVITY SVALOVEJ KONTRAKCIE ÚCHOPU A ÚCHOPOVEJ SILY OPAKUJÚCEHO SA ÚCHOPU

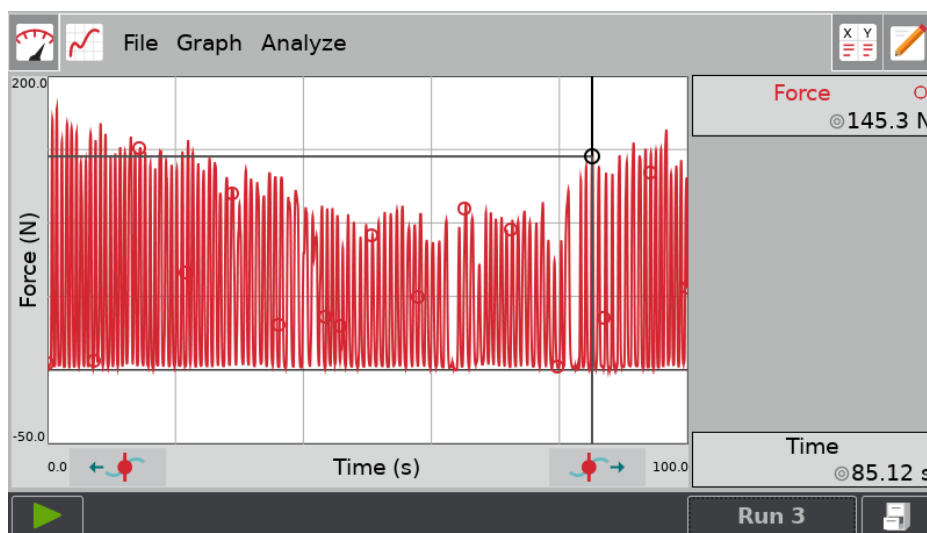
Postup:

11. Subjekt zaujme polohu v sede s vystretým chrbtom a rovnými chodidlami na podlahe. Dynamometer uchopte a držte vo zvislej polohe. Požiadajte subjekt, aby umiestnil lakeť pod uhlom 90° s ramenom bez podpory a aby zavrel oči alebo sa odvrátil od obrazovky.

Požiadajte subjekt, aby rýchlo zovrel a následne uvoľnil úchop snímača (približne dvakrát za sekundu). Spustite zber údajov. Subjekt by mal vynaložiť maximálne úsilie počas trvania zberu údajov.

Po 80 s by mal laboratórny partner (partneri) povzbudiť subjekt, aby vykonal ešte silnejšie zovretie. Celková doba zberu údajov je 100 s.

12. Pokračujte krokom 7.



Prílohy

Grafické výstupy z merania EMG svalovej aktivity.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie elektrickej aktivity svalov ruky a vplyvu svalovej únavy na silu úchopu. Uveďte aj vplyv vizuálneho vnemu na hodnoty úchopovej sily. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektivnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.

5 NEUROMUSKULÁRNE REFLEXY

Neuromuskulárne reflexy sú základným prvkom ľudského nervového systému, ktoré hrajú kľúčovú úlohu pri riadení pohybu a ochrane organizmu. Tieto reflexy predstavujú automatické, rýchle reakcie svalov na konkrétne podnety, ktoré sú riadené bez priamej účasti vedomia. Sú výsledkom koordinovanej činnosti senzorických a motorických neurónov, ktoré zabezpečujú okamžitú odpoveď tela na rôzne stimuly. Vďaka nim dokáže človek rýchlo a efektívne reagovať na neočakávané situácie.



Neuromuskulárne reflexy sú nielen kľúčové pre základné motorické funkcie, ale majú aj významný diagnostický potenciál. Zmeny v reflexoch môžu signalizovať prítomnosť neurologických ochorení alebo poškodenie nervového systému, čo z nich robí dôležitý nástroj v medicínskej diagnostike. Neurológovia často využívajú testy reflexov na hodnotenie funkcie centrálného a periférneho nervového systému, čo im umožňuje presnejšie stanoviť diagnózu a sledovať progresiu ochorení.

Kľúčové slová

Reflex, monosynaptický reflex, polysynaptický reflex



Neuromuskulárne reflexy sú automatické a rýchle reakcie svalov na určité podnety, ktoré sú riadené nervovým systémom. Tieto reflexy sú základnou súčasťou ľudského motorického systému a zohrávajú kľúčovú úlohu pri udržiavaní rovnováhy, koordinácii pohybov, ochrane tela pred poškodením a pri vykonávaní každodenných činností.



ZÁKLADNÉ TYPY NEUROMUSKULÁRNYCH REFLEXOV

Monosynaptické reflexy: Napínací reflex (patelárny reflex) zahŕňa iba jednu synapsu medzi senzorickým neurónom a motorickým neurónom. Klasickým príkladom je patelárny reflex, keď úder na šľachu pod kolenom spôsobí rýchle natiahnutie svalu na prednej strane stehna, čo vedie k okamžitému vykopnutiu nohy. Tento reflex je kľúčový pre udržanie svalového tonusu a rovnováhy počas státia alebo chôdze.

Polysynaptické reflexy: Ohybový reflex (flexorový reflex) zahŕňa viacero synapsí a neurónov. Príkladom je situácia, keď sa dotknete horúceho predmetu a ruka sa okamžite stiahne. Tento reflex je ochranný a chráni telo pred poškodením. Krížový extenzorový reflex sa aktivuje súčasne s ohybovým reflexom, ale na opačnej strane tela. Ak napríklad stiahnete jednu nohu po tom, čo šliapnete na ostrý predmet, druhá noha sa automaticky napne, aby udržala rovnováhu. Tento reflex je dôležitý pre stabilitu a koordináciu pohybov.

Význam neuromuskulárnych reflexov

- Ochrana tela: fungujú ako prvá obranná línia tela proti zraneniam. Reflexy, ako je ohybový reflex, zabezpečujú, že telo rýchlo reaguje na škodlivé podnety bez toho, aby muselo čakať na vedomé rozhodnutie. Toto rýchle stiahnutie svalov môže zabrániť vážnemu poškodeniu tkanív.
- Udržiavanie rovnováhy a postury: napr. napínací reflex je kľúčový pre udržanie stabilnej postury a rovnováhy. Automaticky upravujú svalové napätie v reakcii na zmeny polohy

tela, čo umožňuje človeku stáť vzpriamene alebo sa pohybovať bez straty rovnováhy. To je obzvlášť dôležité pri rýchlych alebo neočakávaných zmenách polohy tela, ako sú napríklad zakopnutie alebo náhla zmena smeru.

- Koordinácia pohybov: zohrávajú dôležitú úlohu pri koordinácii komplexných pohybov, pri činnostiach, ako je chôdza alebo beh, reflexy automaticky synchronizujú činnosť rôznych svalov, aby zabezpečili plynulé a efektívne pohyby. Napríklad, krížový extenzorový reflex zabezpečuje, že keď jedna noha vykonáva pohyb, druhá noha poskytuje potrebnú oporu.
- Adaptácia na prostredie: reflexné reakcie sa môžu prispôbiť podľa potrieb a podmienok prostredia. Napríklad, ak stojíte na pohyblivej ploche, reflexy sa prispôbia tak, aby telo zostalo v rovnováhe. Tieto adaptívne reflexy sú kritické pre prežitie v rôznych prostrediach a podmienkach.
- Diagnostický význam: zmeny v reflexoch môžu signalizovať poškodenie nervového systému, ako napríklad pri neurologických ochoreniach, poraneniach miechy alebo periférnych nervov. Neurológovia často používajú testy reflexov na identifikáciu neurologických porúch alebo na sledovanie progresie ochorenia.

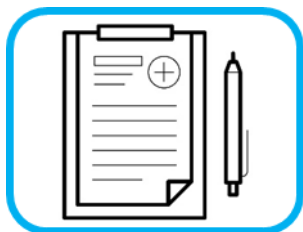
Neuromuskulárne reflexy sú nevyhnutné pre základné funkcie ľudského tela, od ochrany pred zraneniami až po udržiavanie rovnováhy a koordináciu pohybov. Sú to automatické reakcie, ktoré sa dejú bez vedomého úsilia, ale majú zásadný vplyv na naše schopnosti a celkové zdravie. V klinickej praxi majú reflexy významné diagnostické využitie, čo z nich robí nepostrádateľný nástroj pre pochopenie a sledovanie stavu nervového systému.

Biomechanická analýza svalovej funkcie a neuromuskulárnych reflexov hrá kľúčovú úlohu v porozumení mechanizmov ľudského pohybu a diagnóze neuromuskulárnych ochorení. Využitie EMG a systému Vernier v experimente nám poskytne presné a realistické merania svalovej aktivity. Tento projekt sa zameriava na použitie týchto techník na lepšie pochopenie svalovej dynamiky a jej vplyvu na fyzickú výkonnosť a zdravotný stav.

Pomocou povrchovej alebo vnútro svalovej elektromyografie môžeme analyzovať, ako svaly reagujú na rôzne stimuly. Táto metóda nám umožňuje nielen hodnotiť funkčný stav svalov, ale aj diagnostikovať rôzne neuromuskulárne ochorenia.



Neuromuskulárne reflexy majú široké využitie v praxi, najmä v klinickej diagnostike. Napríklad, v neurologických vyšetreniach sú reflexy ako kolenný a Achillov reflex dôležité pre posúdenie integrity nervového systému. V rehabilitácii sa reflexy využívajú na hodnotenie svalovej funkcie a obnovu motorických schopností po zraneniach alebo neurologických ochoreniach, ako je mŕtvica. V športovej medicíne sa neuromuskulárne reflexy sledujú pri prevencii zranení, optimalizácii výkonu a rehabilitácii po zraneniach. Reflexy sú tiež využívané v biofeedback terapiách, kde pomáhajú pacientom zlepšiť kontrolu nad svalmi a pohybmi pri rôznych motorických úlohách.

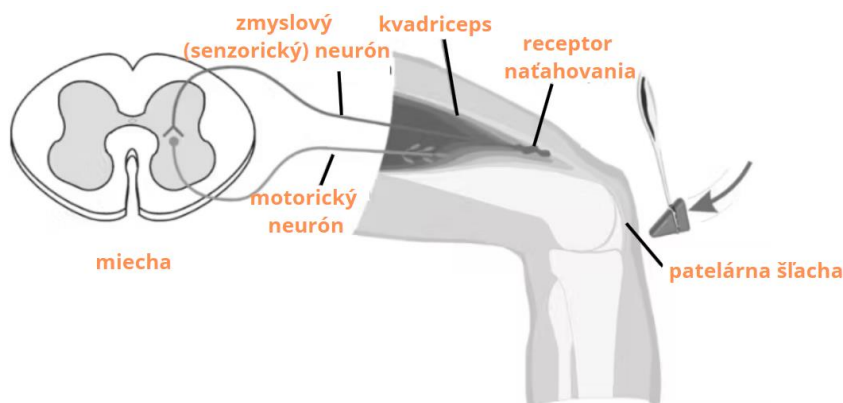


Neuromuskulárne reflexy a svalová únava

Zadanie

Zadanie na tému Neuromuskulárne reflexy a svalová únava sa zameriava na skúmanie vplyvu svalovej únavy na neuromuskulárne reflexy. Cieľom je analyzovať, ako únava ovplyvňuje reflexné odpovede, ktoré sú kľúčové pre správnu koordináciu a výkon pohybov. Experimentálne sa bude hodnotiť zmena v intenzite, rýchlosti a kvalite reflexov pri rôznych stupňoch únavy. Ďalej sa skúma vplyv únavy na svalovú silu, reakčný čas a vytrvalosť. Výsledky môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu, ako únava ovplyvňuje neuromuskulárnu funkciu a zlepšiť rehabilitačné alebo športové tréningové postupy.

Cieľom tohto experimentu je skúmať elektrickú aktivitu svalov a reflexné odpovede na stimuly s použitím systému Vernier. Experiment sa zameriava na analýzu svalovej únavy a vplyv centrálného nervového systému na amplitúdu reflexov pre lepšie pochopenie svalovej dynamiky a jej vplyvu na fyzickú výkonnosť a zdravotný stav.



Obr. 30 Meranie reflexnej odozvy patelárnej šľachy.

Pomôcky

1. LabQuest 3
2. Reflexné kladivo
3. Vernier EKG Sensor
4. elektródy
5. krátke športové nohavice
6. meter
7. vysoká stolička/stôl



Kontraindikácie

Pri realizovaní meraní je potrebné zvážiť kontraindikácie, ako poruchy pohybového aparátu (akútne alebo chronické zranenia alebo ochorenia svalov, kĺbov, alebo kostí ako sú zlomeniny, artritída, tendinitída), neurologické poruchy (ako sú Parkinsonova choroba, multiplexná skleróza), kardiovaskulárne obmedzenia alebo pre osoby, ktoré majú obmedzenú schopnosť zvládať fyzický stres. Absolvované operácie, amputácie alebo iné ochorenia PAČ, je potrebné zaznamenať do protokolu, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku použitia zariadení. Je dôležité, aby sa subjekt nepozeral na údaje počas ich zberu, jedna osoba by mala byť zodpovedná za zber údajov, zatiaľ čo druhá vykonáva experiment. Testujúci sa uistí, že subjekt sedí v správnej polohe. Subjekt si sadne na stoličku alebo hranu stola tak, aby mu nohy voľne viseli a nedotýkali sa podlahy ani stola/stoličky.

Pre správne vykonanie merania reflexnej odozvy je dôležité palpáciou nájsť patelárnu šľachu, ktorú je možné si vyznačiť ceruzkou. Počas merania nie je prípustné vykonávať kompenzačné pohyby, t.j. nakláňať sa, ohýbať dolnú končatinu a pod., aby nedošlo k ovplyvneniu výsledku merania. Respondent si odstráni z oboch nôh všetky šperky, oblečenie má byť voľné, aby neobmedzovalo pri vykonávaní testu.

Analyzujte namerané hodnoty z EMG pre každý stimul. Vyhodnoťte priemerné a maximálne amplitúdy. Pozorujte zmeny v reakčných časoch a svalovej aktivite pri opakovaných meraniach a identifikujte príznaky svalovej únavy. Využite štatistické metódy pre porovnanie údajov získaných pri rôznych úrovniach svalovej únavy a reflexných odpovedí.

Výšetrovacie metódy

Výšetrenie patelárneho reflexu.

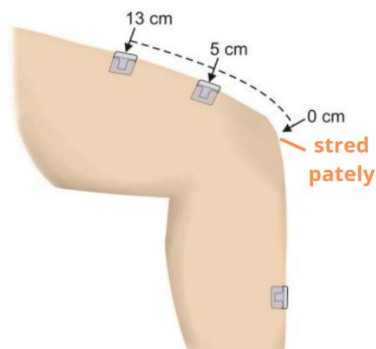
Meranie svalovej únavy pomocou fyzickej aktivity vykonávanej medzi meraniami.

VYŠETRENIE PATELÁRNEHO REFLEXU

Patelárny reflex sa radí medzi propioceptívne reflexy na dolnej končatine s koreňovou inerváciou L2–L4 (2. až 4. drienkový stavec). Výšetrenie patelárneho reflexu sa vykonáva pri 90° flexii dolnej končatiny v bedrovom kĺbe a v kolene, úderom kladivka na kolenný väz (ligamentum patellae), tj. úderom medzi jabĺčko (patelu) a úpon štvorhlavého svalu stehna (m. quadriceps femoris) na píšťale (tíbiu). Fyziologickou odpoveďou je primeraná extenzia predkolenia.[1]

Postup:

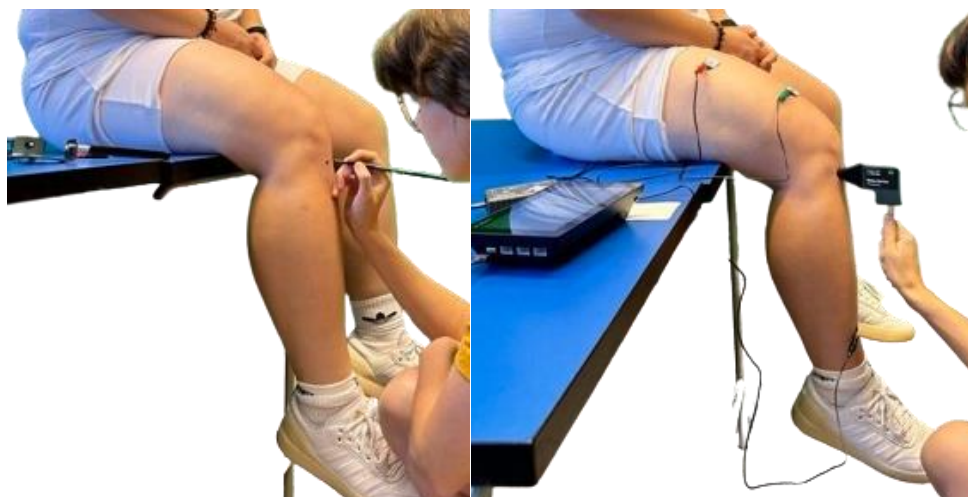
1. Nechajte meraný subjekt sa pohodlne usadiť na stoličke, ktorá je dostatočne vysoká, aby nohy voľne viseli nad podlahou. Dve elektródy umiestnite do oblasti nad koleno pozdĺž kvadricepsu medzi kolenným a bedrovým kĺbom. Elektródy by mali byť vzdialené 5 cm a 13 cm od stredu pately. Tretiu elektródu umiestnite centrálnne na spodnú časť predkolenia.



2. Pripojte červenú a zelenú svorku EKG senzoru ku elektródam nad kolenom. Čierny kábel (uzemnenie) pripojte k elektróde na predkolení.



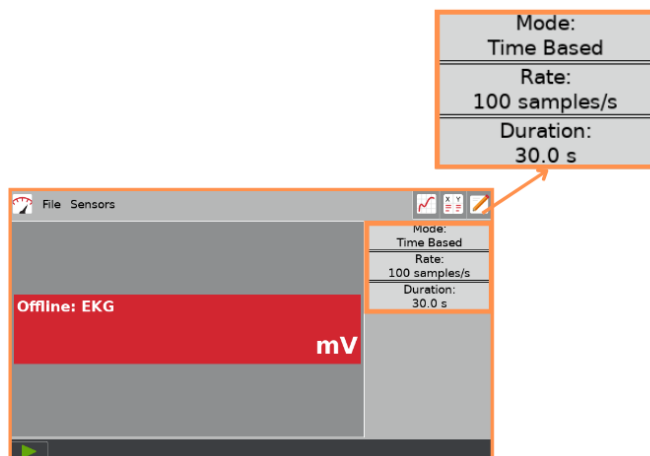
3. Pripravte si reflexné kladivko a nahmatajte patelárnu šľachu, ktorú si označte demografickou ceruzkou. Správne určenie si môžete overiť úderom kladivka, ak subjekt vykopne nohu vpred je správne lokalizovaná.



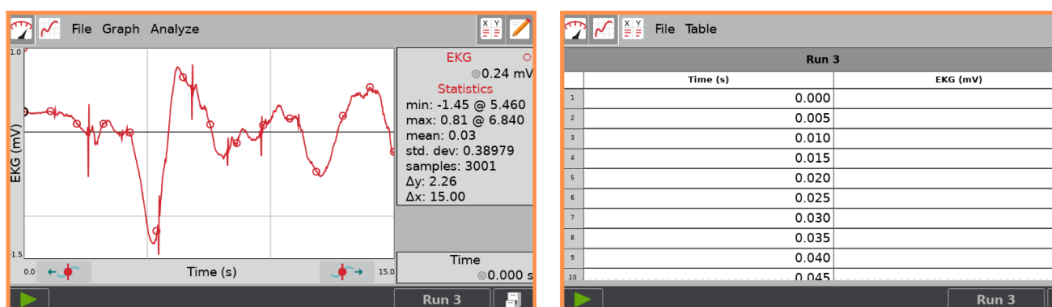
4. Zapnite zariadenie LabQuest 3 stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Po zapnutí spustíte aplikáciu „**LabQuest App**“ v ktorej zvolíte možnosť „**File**“ a následne „**New**“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa v momente na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov

bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „**Sensors**“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti. Výberom možnosti „**Wireless Device Setup**“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka bliká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „**OK**“.

- Na pravej strane obrazovky zvolením možnosti „**Rate**“ nastavte rýchlosť zberu údajov na 100 vzoriek za sekundu a možnosti „**Duration**“ nastavte trvanie zberu údajov na 30 sekúnd. Pred každým novým a opakovaným meraním si skontrolujte tieto nastavenia.



- Ak je subjekt pripravený, usadený s vystretým chrbtom a voľne visiacimi nohami, môžete začať s meraním. Požiadajte subjekt, aby odvrátil pohľad od obrazovky. Kliknite na ikonku v ľavom dolnom rohu, čím spustíte zber dát. Ak má váš graf stabilný základ 5 sekúnd pokračujte krokom 8. Ak má váš graf nestabilný základ (vysoké výkyvy krivky), zber dát zastavte a meranie spustíte znova, kým nedosiahnete stabilný základ po dobu 5 sekúnd.
- Po zaznamenaní stabilného základu po dobu 5 sekúnd začnite vykonajte sériu reflexných testov úderom kladivka do vyznačenej oblasti patelárnej šľachy. Úder opakujte 5-10 krát.
- Po ukončení merania kliknite na ikonku grafu a v časti „**Statistics**“ určte maximálnu a minimálnu nameranú hodnoty.



- Po dosiahnutí 5 alebo 6 úspešných reflexov nech subjekt reflex posilní zaháknutím ohnutých prstov a odtiahnutím na úrovni hrudníka s laktami smerom von.



10. Meranie opakujte:
 - a) so zatvorenými očami s fyzickým kontaktom,
 - b) so zatvorenými očami bez fyzického kontaktu, tzv. úder kladivka do stola alebo o iný povrch, ktorý generuje resp. imituje zvuk úderu kladivka.
11. Vypočítajte rýchlosť, akou signál prešiel od štvorhlavého svalu k mieche a späť k štvorhlavému svalu (celý reflexný oblúk). Na tento výpočet je potrebné odhadnúť vzdialenosť, ktorú signál prešiel. Pomocou krajčírskeho metra zmerajte vzdialenosť v centimetroch (cm) od označeného miesta na patelárnej šľache po miechu v úrovni pásu. Následne vynásobte vzdialenosť dvomi, aby ste získali približnú celkovú prejdenú vzdialenosť v reflexnom oblúku. Keď túto hodnotu získate, vydeľte ju priemernou hodnotou Δt z tabuľky a následne vydeľte 100, aby ste získali rýchlosť v m/s, ktorou podnet prešiel.



MERANIE SVALOVEJ ÚNAVY PO FYZICKEJ AKTIVITE POMOCOU PATELÁRNEHO REFLEXU

Postup:

12. Na analýzu funkcie svalov a ich únavy vykonajte fyzickú aktivitu.
13. Nechajte subjekt vykonávať svalovú činnosť (10 drepov) v krátkych intervaloch. Pokračujte krokom 4 - 8.
14. Merania opakujte 5-krát, vždy s čo najkratšími možnými prestávkami medzi svalovou aktivitou a meraním.

15. Určte minimum a maximum nameranej odozvy. Sledujte zmeny v reakčných časoch. Bol nejaký rozdiel vo výsledkoch pri mužoch a ženách? Čo to mohlo spôsobiť? Bol nejaký rozdiel medzi ľuďmi, ktorí športujú a ľuďmi, ktorí nie? Čo to mohlo spôsobiť? Ako sa menila odozva pri zvyšujúcej sa svalovej únave? Stúpala alebo klesala?

Prílohy

Grafické výstupy z merania EMG reflexu patelárnej šľachy.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné hodnotenie sledovaného reflexu meraného subjektu, ako aj porovnanie výsledkov pred a po fyzickej aktivite. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Preskúmajte reflexy členkov a lakťov. Vykonajte experiment so subjektom, ktorý bude sledovať reflexné kladivo pri dopade na patelárnu šľachu. Porovnajte tieto údaje s údajmi zhromaždenými, keď sa subjekt zameriava na iný objekt v miestnosti.

6 ANALÝZA ÚCHOPOVEJ SILY

Úchopová sila je dôležitým ukazovateľom fyzickej kondície a funkčnosti rúk. Je kľúčová pre rôzne každodenné činnosti, ako je držanie a manipulácia s predmetmi, písanie, otváranie fliaš, držanie náradia a vykonávanie mnohých športových aktivít. Okrem toho, úchopová sila môže byť indikátorom celkového zdravia, keďže slabý úchop je často spojený s rôznymi zdravotnými problémami, ako sú ochorenia srdca, diabetes, osteoporóza alebo svalové ochorenia. Mnohé štúdie ukazujú, že úchopová sila je silným prediktorom telesnej zdatnosti a dôležitým faktorom v procese starnutia. Udržanie dobrej úchopovej sily môže prispieť k prevencii pádom, zlepšeniu kvality života a dlhodobej nezávislosti, najmä u starších ľudí. Okrem toho, v športoch ako vzpieranie, lezenie, bojové športy alebo gymnastika, silný úchop hrá kľúčovú úlohu v prevencii zranení a optimalizácii výkonu.



Dynamometria je metóda merania svalovej sily, ktorá hrá kľúčovú úlohu v hodnotení fyzickej zdatnosti, diagnostike svalovej výkonnosti a sledovaní rehabilitačného procesu. Používa sa v rôznych oblastiach, vrátane športovej medicíny, fyzioterapie, biomechaniky a klinických vyšetrení. Pomocou dynamometrov, ktoré zaznamenávajú mechanickú silu, môžeme presne určiť svalovú kapacitu a vyváženosť medzi svalovými skupinami.

Kľúčové slová

Dynamometria, dynamometer, svalová sila, úchop, izometrická kontrakcia



Dynamometria patrí medzi biomechanické metódy merania svalovej sily. Podľa typu svalovej kontrakcie rozoznávame dva druhy dynamometrie. Dôležité je, aký druh sily je pri meraní použitý. **Izometrická dynamometria** patrí medzi metódy, pri ktorej dochádza k rozvoju maximálnej sily. Dĺžka svalu sa nemení, ale mení sa svalové napätie. Pri tomto type dynamometrie sa sleduje maximálna sila, príkladom merania je meranie sily stisku (úchopu). Izometrická dynamometria meria svalovú silu pri statickej kontrakcii bez pohybu kĺbov. Zatiaľ čo **izokinetická** je charakterizovaná rozvojom rýchlej a výbušnej sily.[19] Izokinetická dynamometria meria svalovú silu počas izokinetickej kontrakcie, pri ktorej sa rýchlosť pohybu v kĺbe udržiava konštantná, zatiaľ čo sa mení odpor. Táto metóda je výnimočná v tom, že umožňuje testovať svalový výkon počas pohybu s riadenou rýchlosťou.



Sila stisku ruky je popisovaná ako najjednoduchšia metóda pri posudzovaní svalovej funkcie. Bolo dokázané, že je spoľahlivá a realizovateľná u detí aj dospelých. Sila stisku ruky sa meria, aby sme zistili oslabenie jedinca alebo svalovú nerovnováhu.

Nástroj na meranie svalovej sily sa nazýva **dynamometer**. Základnou jednotkou svalovej sily je 1 Newton.

Svalovou silou rozumieme silu, ktorá je potrebná na natiahnutie maximálne kontrahovaného svalu na pôvodnú pokojovú dĺžku. Vyjadruje sa závažím maximálnej hmotnosti, ktoré sval ešte udrží v rovnováhe oproti gravitácii. Aby sa mohla porovnávať sila rôznych svalov, vyjadruje sa obvykle na cm^2 plochy prierezu kolmo na priebeh svalových vlákien. U teplokrvných živočíchov je svalová sila okolo 20 až 100 N/cm^2 prierezu. Priemerná sila stisku ruky dospelého človeka dosahuje 400 až 500 N. Sila stisku pravej ruky u pravákov býva väčšia. Ženy majú svalovú silu asi o 30 % menšiu ako muži. [20]

Je všeobecne známe, že jedinci mužského pohlavia vo väčšine prípadov disponujú väčšou silou ako ženy. Do veľkej miery je to výsledok toho, že majú priemerne o 61% viac svalovej hmoty. Možno teda konštatovať, že majú oproti ženám robustnejšie stavané telo. Tieto rozdiely sú najviac zreteľné v oblasti horných končatín, kde sa u mužov vyskytuje až o 75% viac svalstva ako u žien. Táto odlišná konfigurácia má za následok, že muži dokážu prostredníctvom horných končatín vyvinúť približne o 30% väčšiu silu ako opačné pohlavie. Všeobecne môžeme odlišnosti medzi pohlaviami jednoducho zhrnúť tak, že muži majú výraznejšie zastúpenie svalstva a ženy výraznejšie zastúpenie tukového tkaniva.

vek	slabý	normálny	silný	vek	slabý	normálny	silný
10-11	< 12.6	12.6-22.4	> 22.4	10-11	< 11.8	11.8-21.6	> 21.6
12-13	< 19.4	19.4-31.2	> 31.2	12-13	< 14.6	14.6-24.4	> 24.4
14-15	< 28.5	28.5-44.3	> 44.3	14-15	< 15.5	15.5-27.3	> 27.3
16-17	< 32.6	32.6-52.4	> 52.4	16-17	< 17.2	17.2-29.0	> 29.0
18-19	< 35.7	35.7-55.5	> 55.5	18-19	< 19.2	19.2-31.0	> 31.0
20-24	< 36.8	36.8-56.6	> 56.6	20-24	< 21.5	21.5-35.3	> 35.3
25-29	< 37.7	37.7-57.5	> 57.5	25-29	< 25.6	25.6-41.4	> 41.4
30-34	< 36.0	36.0-55.8	> 55.8	30-34	< 21.5	21.5-35.3	> 35.3
35-39	< 35.8	35.8-55.6	> 55.6	35-39	< 20.3	20.3-34.1	> 34.1
40-44	< 35.5	35.5-55.3	> 55.3	40-44	< 18.9	18.9-32.7	> 32.7
45-49	< 34.7	34.7-54.5	> 54.5	45-49	< 18.6	18.6-32.4	> 32.4
50-54	< 32.9	32.9-50.7	> 50.7	50-54	< 18.1	18.1-31.9	> 31.9
55-59	< 30.7	30.7-48.5	> 48.5	55-59	< 17.7	17.7-31.5	> 31.5
60-64	< 30.2	30.2-48.0	> 48.0	60-64	< 17.2	17.2-31.0	> 31.0
65-69	< 28.2	28.2-44.0	> 44.0	65-69	< 15.4	15.4-27.2	> 27.2
70-99	< 21.3	21.3-35.1	> 35.1	70-99	< 14.7	14.7-24.5	> 24.5

Obr. 31 Hodnoty úchopovej sily pre mužov v kg (vľavo), pre ženy v kg (vpravo).

FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE SILU ÚCHOPU

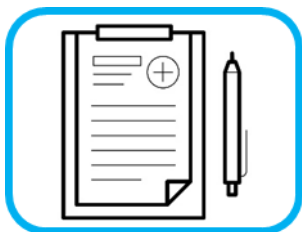
Silu úchopu môže ovplyvňovať mnoho faktorov a to najmä sila svalov a synergistická súhra svalových skupín. Dominancia končatín, vek, stav výživy, únava, denná doba, bolesť, spolupráca pacienta, prítomnosť amputácií na ruke, obmedzenie pohybu, strata senzorických funkcií a iné. Taktiež je dôležité pohlavie a vzdialenosť dynamometra od hodnoteného kĺbu. V neposlednom rade aj rôzny uhol ramena, lakťa, predlaktia a zápästia a celkové držanie tela.

Význam úchopovej sily je dôležitý v rôznych oblastiach, vrátane športu, medicíny a každodenného života. Úchopová sila je meradlom sily svalov v ruke a predlaktí a zohráva významnú úlohu v nasledujúcich aspektoch:



- Zdravotný indikátor: jednoduchý a spoľahlivý indikátor celkového zdravotného stavu. Slabá úchopová sila môže byť spojená so zvýšeným rizikom rôznych ochorení, napríklad srdcovocievnych chorôb, a môže poukazovať na slabší fyzický stav alebo starnutie.
- Šport a výkon: v mnohých športoch, ako je horolezectvo, vzpieranie alebo gymnastika, je silný úchop nevyhnutný pre dosahovanie dobrých výkonov. Zlepšenie úchopovej sily môže zvýšiť celkovú silu, stabilitu a kontrolu pri vykonávaní rôznych cvičení.
- Fyzická nezávislosť: úchopová sila je kľúčová pre každodenné činnosti, ako je nosenie predmetov, otváranie nádob či manipulácia s rôznymi nástrojmi. So zhoršením úchopovej sily môže dôjsť k obmedzeniu fyzickej nezávislosti, najmä u starších ľudí.
- Rehabilitácia a fyzioterapia: po úrazoch alebo operáciách rúk a zápästí je meranie úchopovej sily dôležité pre sledovanie pokroku pacienta a účinnosti liečby. Zlepšovanie úchopovej sily je tiež dôležitou súčasťou rehabilitácie.

Úchopová sila teda zohráva kľúčovú úlohu v hodnotení fyzickej sily a celkového zdravia a jej udržiavanie môže zlepšiť kvalitu života.



Poloha končatiny a úchopová sila

Zadanie

Úchopová sila je dôležitá pre fyzickú kondíciu a správnu funkciu rúk. Je nevyhnutná na bežné činnosti ako manipulácia s predmetmi, písanie, otváranie fliaš, prácu s náradím alebo športovanie. Slabý úchop môže naznačovať zdravotné problémy, ako sú choroby srdca, diabetes, osteoporóza alebo svalové ochorenia. Účelom testu úchopovej sily ruky je zistiť maximálnu izometrickú silu svalov ruky, predlaktia a prstov pomocou dynamometrov.

Zadanie sa zameriava na skúmanie vzťahu medzi polohou horných končatín a ich schopnosťou vyvinúť maximálnu úchopovú silu. Cieľom je analyzovať, ako rôzne polohy ramena (napríklad predĺžená, ohnutá alebo zúžená) ovplyvňujú výkon pri úchopových testoch. Experimentálne sa budú merané hodnoty úchopovej sily v rôznych pozíciách a porovnávané s optimálnymi podmienkami. Táto analýza môže prispieť k lepšiemu pochopeniu biomechaniky úchopu, rehabilitácii poranení rúk, alebo optimalizácii výkonu pri športových aktivitách a úlohách vyžadujúcich silný úchop.

Pomôcky

1. Ručný hydraulický dynamometer
2. Vernier Hand Dynamometer
3. LabQuest 3
4. Prstový dynamometer
5. stopky, papier, pero, stôl, nastaviteľná stolička



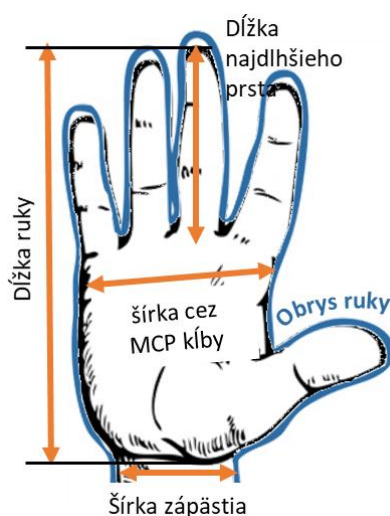
Kontraindikácie

Pri realizovaní meraní je potrebné zvážiť kontraindikácie, ako akútne zranenia rúk, zápästí alebo ramien, ako sú zlomeniny, podvrtnutia alebo zápaly, ktoré môžu spôsobiť bolesť a obmedziť schopnosť vykonávať test. Chronické ochorenia kĺbov (napr. artritída) môžu taktiež ovplyvniť pohyblivosť a výkon testu. Neurologické poruchy, ako sú neuropatia alebo poškodenie nervov, môžu ovplyvniť citlivosť a svalovú silu. Tehotenstvo môže ovplyvniť schopnosť vykonať test, najmä v pokročilých štádiách. Psychické poruchy (napr. úzkosť) môžu skresliť výsledky testu, pretože ovplyvňujú schopnosť sústrediť sa alebo správne aplikovať silu. Absolvované operácie, amputácie

alebo iné ochorenia pohybového aparátu človeka (PAČ), je potrebné zaznamenať do protokolu, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení a oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku použitia zariadení. Je dôležité, aby sa testovaný subjekt nepozeral na údaje počas ich zberu, jedna osoba by mala byť zodpovedná za zber údajov, zatiaľ čo druhá vykonáva experiment. Pripraví si formuláre na zaznamenanie základných a antropometrických informácií o testovanom subjekte (pohlavie, vek, hmotnosť, výška, BMI a dominantná končatina a parametre rúk: obrys ruky, šírka cez (metakarpofalangeálne) MCP kĺby, šírka zápästia, dĺžka najdlhšieho prsta ruky).



Obr. 32 Merné podklady: dĺžkové a šírkové miery ruky (oranžová farba), obrys ruky (modrá farba).

Správna poloha ruky pri úchope dynamometra je ak v PIP (proximálny interfalangeálny) kĺbe ukazováka (2. prst) je 90° flexia (flexia medzi proximálnym a stredným falangom), pričom ruka by mala byť vo funkčnej polohe (20° extenzia v zápästí). Vzájomnú polohu rukoväte dynamometra a ruky je vhodné vizuálne skontrolovať pohľadom zhora na ruku testovaného subjektu tak, aby boli dodržané podmienky pre správnu polohu ruky. Horná končatina ani dynamometer sa nesmú dotýkať tela ani iného predmetu počas testu. Počas merania sily úchopu nie je prípustné vykonávať kompenzačné pohyby, t.j. nakláňať sa, ohýbať hornú končatinu a pod., aby nedošlo k ovplyvneniu výsledku merania. Respondent si odstráni z oboch rúk všetky šperky a hodinky, oblečenie má byť voľné, aby neobmedzovalo pri vykonávaní testu.

Výsledky meraní je potrebné zapísať do tabuliek a určiť aritmetický priemer. Overiť vzťah nameraných výsledkov v závislosti od polohy testovania.

Vyšetrovacie metódy

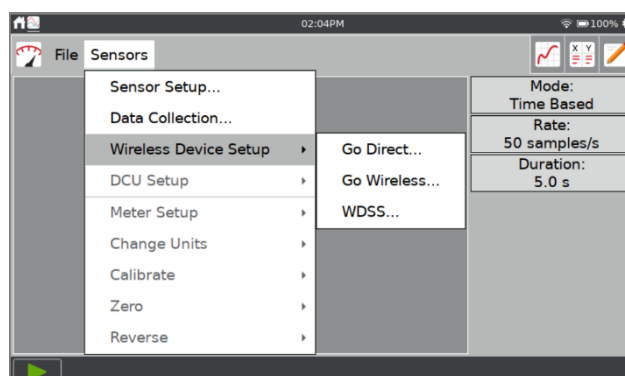
Merania sily úchopu ruky v rôznych polohách pomocou izometrickej dynamometrie.

1. Meranie maximálnej úchopovej sily pravej a ľavej ruky dynamometrami.
2. Meranie maximálnej sily koncového úchopu palec vs prst.

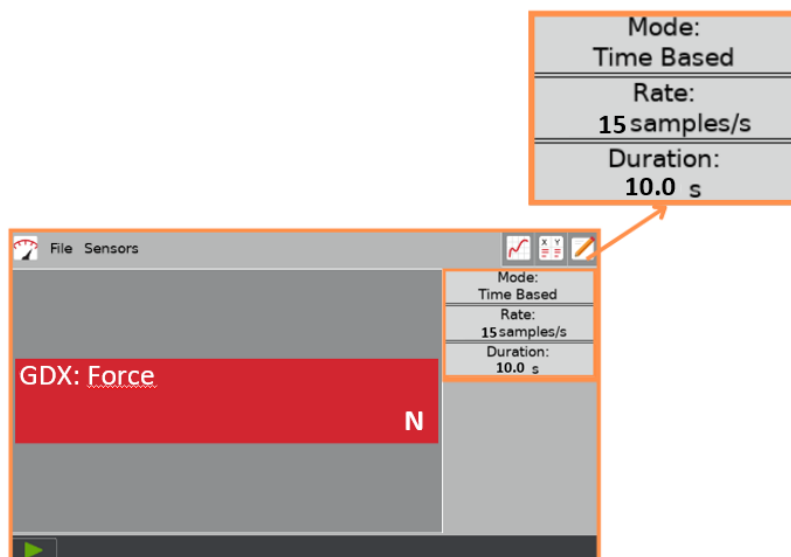
MERANIE MAXIMÁLNEJ ÚCHOPOVEJ SILY PRAVEJ A ĽAVEJ RUKY DYNAMOMETRAMI

Postup:

1. Zapnite zariadenie LabQuest 3 stlačením tlačidla umiestneného na hornej časti zariadenia vpravo. Spustíte aplikáciu „**LabQuest App**“, v ktorej zvolíte možnosť „**File**“ a následne „**New**“. V prípade použitia senzorov pripojených USB káblom sa na obrazovke zobrazí hodnota nameraná senzorom. V prípade použitia senzorov bezdrôtovým spôsobom sa po kliknutí na kolónku „**Sensors**“ na obrazovke zobrazia ďalšie možnosti. Výberom možnosti „**Go Direct**“ sa následne zobrazia dostupné senzory s Bluetooth pripojením v okolí. Skontrolujte či je bezdrôtový senzor zapnutý (svetelná kontrolka bliká). Zvoľte senzor a po úspešnom pripojení potvrdte voľbu stlačením možnosti „**OK**“.



2. Na pravej strane obrazovky zvolením možnosti „**Rate**“ nastavte rýchlosť zberu údajov na 15 vzoriek za sekundu a možnosti „**Duration**“ nastavte trvanie zberu údajov na 10 sekúnd. Pred každým novým a opakovaným meraním si skontrolujte tieto nastavenia.

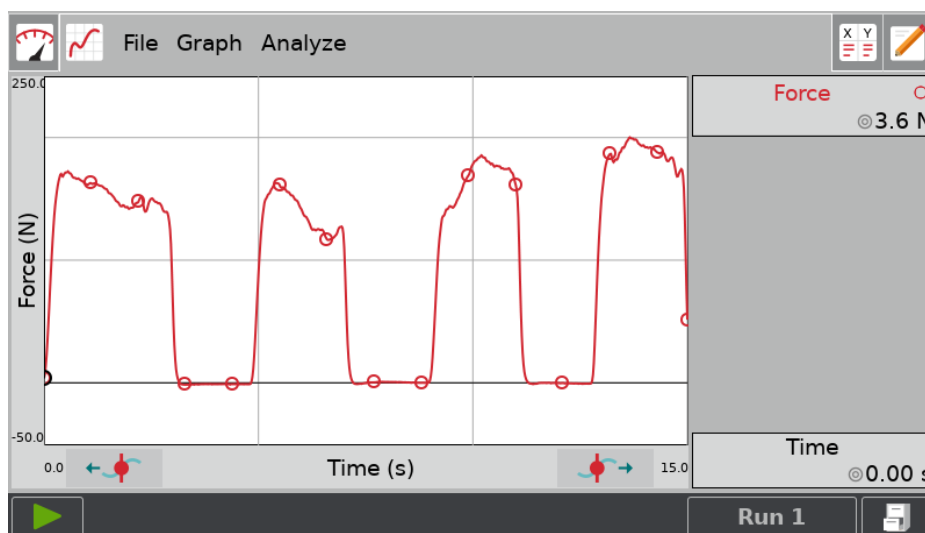


3. Vynulujte výsledky na dynamometri. Držte dynamometer vo zvislej polohe. Na senzory nepôsobte žiadnou silou. Keď sa hodnota ustáli, v ponuke „**Sensors**“ (snímače) nastavte hodnotu na 0 pomocou funkcie „**Zero**“.
4. Meranie sa bude vykonávať v nasledujúcich polohách:

- a) Testovaná osoba je v stoji, horné končatiny sú voľne pozdĺž tela, nesmú sa dotýkať trupu. (poloha 1)
- b) Testovaná osoba je v stoji, horné končatiny sú v addukcii s 90° flexiou v lakťovom kĺbe, predlaktie je v základnej východiskovej polohe, zápästie je vo funkčnej polohe (20° extenzia). (poloha 2)
- c) Testovaná osoba je v sede, horné končatiny sú v addukcii s 90° flexiou v lakťovom kĺbe, predlaktie je v základnej východiskovej polohe, zápästie je vo funkčnej polohe (20° extenzia). (poloha 3)

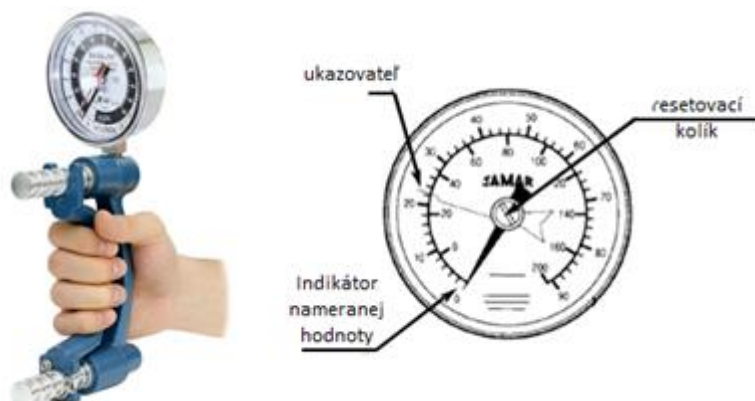


5. Testujúci skontroluje dodržanie správneho úchopu dynamometra. Následne spustí zber dát na meracej jednotke kliknutím na ikonu ►. Testovaná osoba stláča dynamometer plnou silou po dobu 2 s, stlačenie sa opakuje 4x v časovom intervale 8 s. Celková doba zberu dát je 15 s. Použitím funkcie Run 2 (ikonka ) sa spustí nové meranie pri rovnakých nastaveniach.

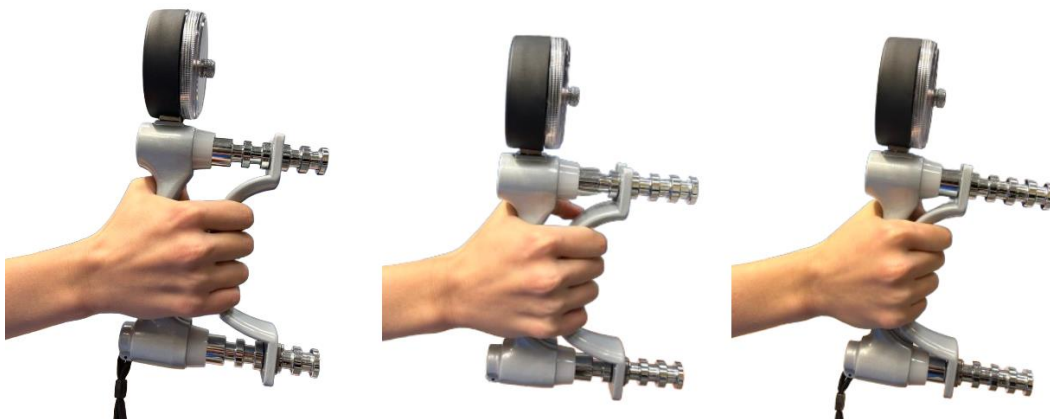


6. Meranie sa opakuje striedavo – päťkrát na pravej a päťkrát na ľavej ruke (s časovým rozstupom 60 sekúnd od predchádzajúceho merania). Výsledky testujúci zapíše do protokolu.
7. Použite hydraulický dynamometer na meranie sily úchopu. Pred každým meraním skontroluje testujúci nulovú polohu ukazovateľa dynamometra. Ukazovateľ

dynamometra je odvrátený od testovaného subjektu, aby nepôsobil rušivo počas merania.



Testujúci upraví veľkosť úchopu na dynamometri podľa rozmerov ruky testovaného.



8. Uistite sa, že respondent zaujal správnu polohu (krok 4). Pred každým testom vždy skontrolujte testovaciu polohu subjektu aj ruky.
9. Testovaná osoba stláča dynamometer plnou silou po dobu 2 s. Keď ručička prestane stúpať, odčítajte hodnotu na číselníku (v kg alebo N) a zaznamenajte výsledok s presnosťou na 1 kg. Povzbudzovanie môže mať vplyv na výsledky merania a preto sa neodporúča.
10. Meranie sa opakuje striedavo – päťkrát na pravej a päťkrát na ľavej ruke (s časovým rozstupom 60 sekúnd od predchádzajúceho stlačenia). Výsledky testujúci zapíše do protokolu.

MERANIE MAXIMÁLNEJ SILY KONCOVÉHO ÚCHOPU PALEC VS PRST

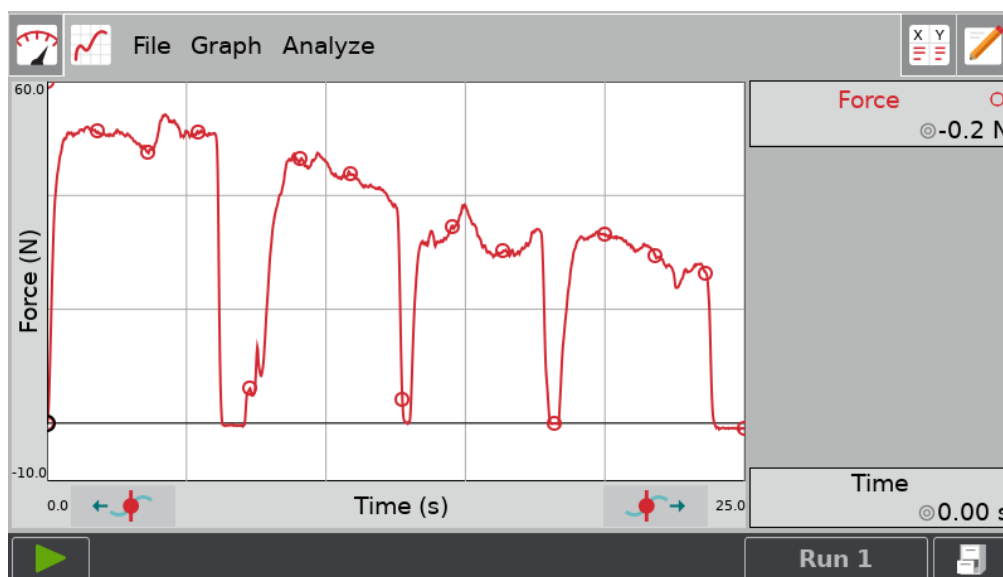
Postup:

1. Testujúci pripojí Vernier ručný dynamometer k meracej jednotke „LabQuest 3“ a vyberie možnosť „New“ z „File“ menu.
2. Na obrazovke meracej jednotky vyberie možnosť „Duration“ (doba zberu). Zmeňte dobu zberu údajov na 20 sekúnd a potvrdte tlačidlom „OK“.

3. Vynulujte výsledky na dynamometri. Držte dynamometer vo zvislej polohe. Na senzory nepôsobte žiadnou silou. Keď sa hodnota ustáli, v ponuke **"Sensors"** (snímače) nastavte hodnotu na 0 pomocou funkcie **"Zero"**.
4. Testovaná osoba je v sede, horné končatiny sú v addukcii s 90° flexiou v lakťovom kĺbe, predlaktie je v základnej východiskovej polohe, zápästia sú vo funkčnej polohe.
5. Testujúci skontroluje dodržanie správneho úchopu dynamometra. Následne spustí zber dát na meracej jednotke. Testovaná osoba stláča dynamometer medzi palec a prst (každý prst, prsty striedajte od ukazováku smerom k malíčku) plnou silou po dobu 5 s. Doba zberu dát je 20 s. Namerané dáta sa uložia stlačením ikonky zelenej šípky v pravom dolnom rohu.



6. Testujúci zmení dobu zberu dát na 25 s. Následne spustí zber dát. Testovaná osoba stláča dynamometer celou silou pomocou laterálneho zovretia (bruško palca k laterálnemu falangu ukazováka). Namerané výsledky testujúci zapíše do protokolu.



7. Následne opakujte merania aj pomocou prstového dynamometra. Testujúci skontroluje správne držanie dynamometra a polohu subjektu aj ruky. Testovaná osoba stláča dynamometer medzi palec a prst (každý prst, prsty striedajte od ukazováku smerom k malíčku) plnou silou. Po každom meraní je dynamometer nutné vynulovať.



8. Testovaná osoba stláča dynamometer celou silou pomocou laterálneho zovretia (bruško palca k laterálnemu falangu ukazováka). Namerané výsledky testujúci zapíše do protokolu.

Prílohy

Hodnoty sily úchopu respondenta.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie úchopovej sily subjektu, porovnanie výsledkov v závislosti na voľbe prstov, dominantnej končatiny a pod. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj odporúčania na zlepšenie tohto stavu. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Sila úchopu vs antropologické parametre

Zadanie

Zadanie na tému Sila úchopu vs. antropologické parametre sa zameriava na skúmanie vzťahu medzi sila úchopu a rôznymi antropologickými parametrami, ako sú vek, pohlavie, výška, hmotnosť a rozmer rúk (dĺžka prstov, šírka dlane). Cieľom je analyzovať, ako tieto faktory ovplyvňujú maximálnu úchopovú silu a identifikovať možné korelácie medzi fyzickými vlastnosťami tela a schopnosťou vykonať silný úchop. Experimentálne sa bude merať sila úchopu a zároveň zaznamenávať antropologické parametre účastníkov. Výsledky môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu faktorov ovplyvňujúcich úchopovú silu v rôznych vekových a pohlavných skupinách. Cieľom je sledovanie úchopovej sily rúk vybranej skupiny respondentov s použitím systému Vernier vzhľadom na vybrané antropologické parametre. Cieľom je získať informácie o sile úchopu a vplyvu antropologických parametrov na výsledky.

Pomôcky

1. Vernier Hand Dynamometer
2. LabQuest 3
3. kalkulačka, stopky, papier, pero, stôl, nastaviteľná stolička

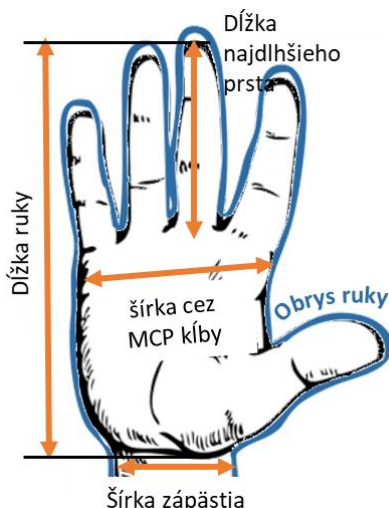


Kontraindikácie

Pri realizovaní meraní je potrebné zvážiť kontraindikácie, ako akútne zranenia rúk, zápästí alebo ramien, ako sú zlomeniny, podvrtnutia alebo zápaly, ktoré môžu spôsobiť bolesť a obmedziť schopnosť vykonávať test. Chronické ochorenia kĺbov (napr. artritída) môžu taktiež ovplyvniť pohyblivosť a výkon testu. Neurologické poruchy, ako sú neuropatia alebo poškodenie nervov, môžu ovplyvniť citlivosť a svalovú silu. Tehotenstvo môže ovplyvniť schopnosť vykonať test, najmä v pokročilých štádiách. Psychické poruchy (napr. úzkosť) môžu skresliť výsledky testu, pretože ovplyvňujú schopnosť sústrediť sa alebo správne aplikovať silu. Absolvované operácie, amputácie alebo iné ochorenia pohybového aparátu človeka (PAČ), je potrebné zaznamenať do protokolu, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete s dátami získanými z vybranej skupiny subjektov (pohlavie, vek, hmotnosť, výška, dominantná končatina a parametre rúk: obrys ruky, šírka cez MCP (metakarpofalangeálne) kĺby, šírka zápästia, dĺžka ruky, dĺžka najdlhšieho prsta ruky).



Obr. 33 Merné podklady: dĺžkové a šírkové miery ruky (oranžová farba), obrys ruky (modrá farba).

Výšetrovacie metódy

Meranie úchopovej sily pravej a ľavej ruky pomocou Vernier Hand Dynamometra skupiny subjektov.

Postup:

1. Využite údaje z merania úchopovej sily z predchádzajúceho experimentu **POLOHA KONČATINY A ÚCHOPOVÁ SILA**, úloha: **MERANIE MAXIMÁLNEJ ÚCHOPOVEJ SILE PRAVEJ A ĽAVEJ RUKY DYNAMOMETRAMI**, poloha c (testovaná osoba je v sede, horné končatiny sú v addukcii s 90° flexiou v lakťovom kĺbe, predlaktie je v základnej východiskovej polohe, zápästie je vo funkčnej polohe (20° extenzia)).
2. Zozbierajte údaje subjektov zo skupiny a určte priemernú silu v závislosti na pohlaví, dominantnej končatine, výške, hmotnosti, šírke ruky cez MCP kĺby, dĺžke ruky a dĺžke najdlhšieho prsta. Výsledky spracujte aj graficky.

Prílohy

Dáta s antropologickými údajmi a hodnoty sily úchopu vybranej skupiny respondentov.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie vplyvu antropologických parametrov na úchopovú silu skupiny subjektov. V závere uveďte možné príčiny zisteného stavu ako aj následky. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektivnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.

7 VIDEOANALÝZA V ŠPORTE

Základom športovej biomechaniky je analýza a pochopenie pohybových vzorcov, ktoré sú neoddeliteľnou súčasťou väčšiny športových aktivít. Tieto vzorce, z fyzikálneho hľadiska charakterizované ako priestorové pohyby, môžu byť jednoduché alebo zložité v závislosti od schopností športovca a biomechanických zákonitostí. Pohyby sú organizované v sledoch a hodnotené kvantitatívne alebo kvalitatívne na základe presnosti, rytmu či plynulosti. Videoanalýza je dôležitou technikou v športe, ktorá umožňuje detailnú analýzu pohybov a výkonu športovcov. Jej výhody zahŕňajú zlepšenie techniky, taktickú prípravu, identifikáciu chýb a prevenciu zranení. Prostredníctvom videozáznamov môžu tréneri a športovci monitorovať progres a optimalizovať tréningový proces. Športové pohyby, ako skoky a hody, sú často rozdelené do fáz s rôznymi biomechanickými úlohami, čím sa umožňuje efektívnejšia analýza a zlepšenie výkonu.



Kľúčové slová

Pohyb, videoanalýza, balistické pohyby, hody, skoky, elevačný uhol, sila



Pohyb (po fyzikálnej stránke) je neustála zmena polohy telesa v priestore vzhľadom k času a voči referenčnému bodu (tým je často sám pozorovateľ). Pohyb (po biologickej stránke) je jednou z najdôležitejších podmienok existencie hmoty a je základným prejavom života organizmu a podieľa sa na jeho vývoji.



Pri vykonávaní akéhokoľvek pohybu sú prítomné pohybové vzorce. **Pohybový vzorec** je koordinovaný sled pohybov, ktorý vykonáva telo alebo jeho jednotlivé časti pri konkrétnej činnosti. Tento vzorec zahŕňa všetky fázy pohybu, od jeho začiatku až po ukončenie, a je výsledkom spolupráce nervového, svalového a kostrového systému. Medzi základné pohybové vzory využívané v športe patria skoky a hody, ktoré sa často označujú ako „**balistické**“ **pohyby (šikmý vrh nahor)** - pohyby iniciované svalovou aktivitou v jednej svalovej skupine, pokračujúce v „dobehovom“ období bez aktivácie svalov a sú ukončené spomalením opačnou svalovou skupinou alebo pasívnymi tkanivovými štruktúrami, napríklad väzy.

Fázy pohybu sú jednotlivé časti, do ktorých sa dá rozdeliť celý pohybový proces. Rozdelenie pohybu do fáz umožňuje lepšie pochopiť jeho štruktúru, analyzovať techniku a optimalizovať výkon. Každá fáza má špecifickú úlohu a funkciu v celkovom pohybovom vzorci a často má jasne definované biomechanické vlastnosti.

ZÁKLADNÉ FÁZY POHYBU:

- **Prípravná fáza:** obdobie pred samotným akčným pohybom, keď sa telo pripravuje na výkon. Cieľom je vytvoriť optimálne podmienky pre následný pohyb. Napríklad pri skoku prípravná fáza zahŕňa rozbeh alebo prípravu na odraz.
- **Akčná fáza (hlavná fáza):** samotné vykonanie pohybu alebo hlavná časť pohybovej úlohy, kde dochádza k aplikácii sily alebo výkonu. Pri skoku ide o odraz, pri hode o samotné vrhnutie predmetu.
- **Letová fáza (voliteľná fáza, ak existuje):** nastáva v situáciách, kde sa telo alebo jeho časť nachádza vo vzduchu, ako napríklad pri skoku alebo hode. Telo je v tejto fáze ovplyvňované gravitáciou a ďalšími silami, ktoré riadia jeho dráhu.

- **Fáza dopadu alebo zakončenia:** pohyb je ukončený a telo alebo objekt sa vracia späť na zem alebo do východiskovej pozície. Napríklad pri doskoku po výskoku alebo pri prijímaní pozície po hode.

Pri analýze pohybu je prvým krokom často rozdelenie pohybu do jednotlivých fáz. Analýza jednotlivých fáz pohybu umožňuje trénerom a športovcom lepšie pochopiť techniku, identifikovať slabé miesta a pracovať na ich zlepšení pre maximálnu efektivitu a prevenciu zranení. Napríklad pri hádzaní je užitočné rozčleniť pohyb na samostatné, no navzájom prepojené fázy, čo pomáha pochopiť zložitosť techniky. Fázy pohybu by mali byť definované tak, aby mali biomechanicky odlišnú úlohu, odlišnú od predchádzajúcej aj nasledujúcej fázy. Každá fáza má svoju jasne určenú biomechanickú funkciu a hranice, často označované ako kľúčové udalosti. Aj keď fázová analýza môže pomôcť pri pochopení pohybových vzorcov, dôležitou črtou všetkých športových pohybov je ich celistvosť, čo je potrebné mať na zreteli pri každej analýze pohybu.

Väčšina športových aktivít pozostáva z komplexných pohybových vzorcov, ktoré delia na jednoduché (napr. chôdza) a zložité (napr. skoky, hody) a sú z fyzikálneho hľadiska charakterizované ako všeobecný priestorový pohyb. Tieto pohybové vzorce môžu byť analyzované biomechanickými metódami na účely optimalizácie výkonu a prevencie zranení. Môžeme ich hodnotiť vizuálnym pozorovaním a kvantitatívnymi charakteristikami, ako sú popis pohybu tela a jeho segmentov v priestore a čase, bez skúmania príčin pohybu (smer, dráha pohybu, rýchlosť, zrýchlenie a pod.). Alebo kvalitatívnymi charakteristikami pohybového prejavu (presnosť, plynulosť, rytmus, prispôsobivosť, stálosť a pod.).



Príklady aplikácie fáz:

Pri hádzaní lopty: prípravná fáza zahŕňa natiahnutie ruky a rotáciu trupu, akčná fáza je samotné vrhnutie a záverečná fáza je uvoľnenie ruky a stabilizácia tela po hode.

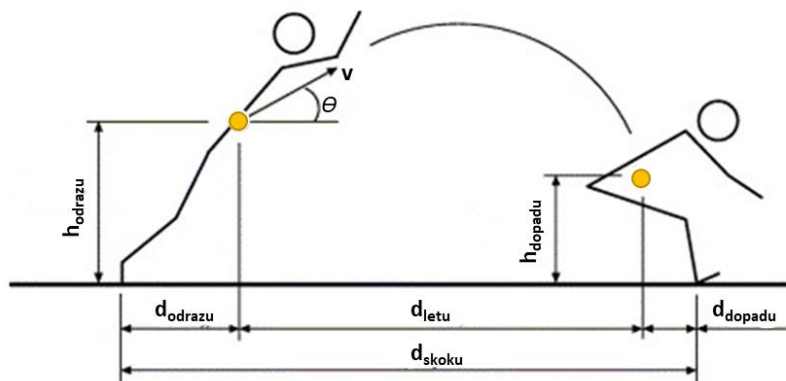
Pri šprinte: prípravná fáza je postavenie na štartovacej línii, akčná fáza predstavuje samotný beh, a fáza zakončenia je prebehnutie cieľovej línie a zastavenie.

Videoanalýza v športe je technika, ktorá využíva videozáznamy na podrobnú analýzu športových výkonov, techník a pohybov športovcov. Pomocou videozáznamov je možné zaznamenávať, sledovať a následne analyzovať rôzne aspekty športového výkonu s cieľom zlepšiť techniku, taktickú prípravu, identifikovať chyby alebo optimalizovať tréningový proces.

BALISTICKÉ POHYBY

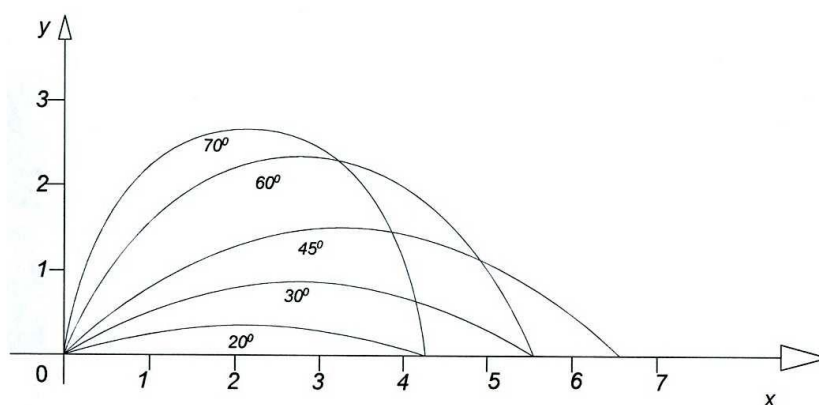
Pri športových aktivitách sa stretávame so šikmým vrhom nahor veľmi často. Po trajektórii šikmého pohybu nahor sa pohybuje športové náradie uvedené do pohybu hodom, vrhom, kopom, ťažisko tela po odraze (poskoky, skoky, beh) či pri iných pohybových aktivitách, kedy sa telo dostáva do letovej fázy (skok na lyžiach, bicykel po prejení nerovnosti, jazda na koni, ...).

Po fyzikálnej stránke **šikmý vrh nahor** koná teleso v homogénnom gravitačnom poli, ktorému udelíme začiatočnú rýchlosť v_0 zvierajúce s horizontálnou rovinou nenulový elevačný uhol. Elevačný uhol (čiže uhol vzletu) pri šikmom vrhu je uhol medzi vodorovnou rovinou a vektorom počiatočnej rýchlosti v_0 . Šikmý vrh nahor vzniká zložením rovnomerného priamočiareho pohybu vo vodorovnom smere a zvislého vrhu nahor v zvislom smere (obr. 34).



Obr. 34 Šikmý vrh pri skoku z miesta.

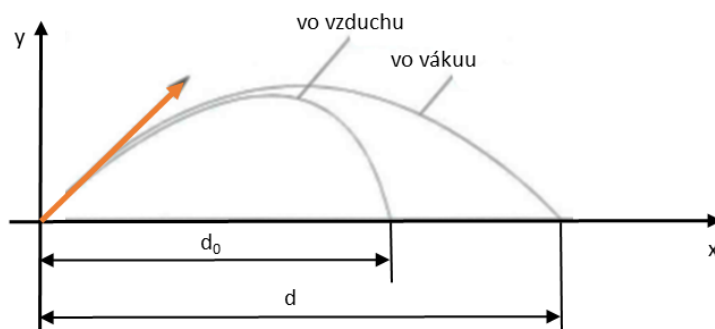
Dĺžku vrhu ovplyvňujú dve premenné, počiatočná rýchlosť v_0 a veľkosť elevačného uhla α (obr. 35). Zo vzťahu vyplýva, že dĺžka vrhu rastie s rastúcou počiatočnou rýchlosťou.



Obr. 35 Vplyv elevačného uhla na dĺžku vrhu.

Ak sa pohybuje telo športovca šikmým vrhom nahor, je trajektória jeho ťažiska, teda aj výška a dĺžka pohybu, úplne určená okamihom odrazu a za letu ju športovec už nemôže žiadnymi pohybmi zmeniť.

V prípade, že neuvažujeme pôsobenie odporu prostredia, sa teleso pohybuje po parabole. Odpor vzduchu môžeme zanedbať u ťažších telies, ktoré majú aerodynamický tvar a dosahujú nižšie rýchlosti, napríklad vrh guľou, skok do diaľky, do výšky, u letových fáz gymnastických prvkov - premet vpred, salto, skoky cez preskokový stôl. U vrhov ľahších telies, ktoré dosahujú vyššie rýchlosti, sa pôsobením odporu vzduchu znižuje rýchlosť a tým skracuje dĺžka vrhu. Trajektória sa mení na balistickú krivku (obr. 36). Takto sa vzduchom pohybuje napríklad letiaca lopta, oštep, strela, skokan na lyžiach, a pod.

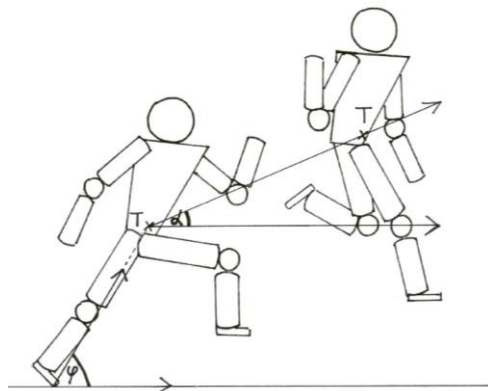


Obr. 36 Trajektória šikmého vrhu nahor vo vzduchu a vo vákuu.

Ak riešime prípad, keď odpor vzduchu nezanedbávame, dopadne teleso do maximálnej vzdialenosti pri menšom elevačnom uhle.

Ďalším faktorom, ktorý ovplyvňuje dĺžku vrhu, je odvrhová výška h . Zatiaľ sme uvažovali prípad, kedy miesto odvrhu a dopadu je v rovnakej výške. V praxi sa však stretávame s prípadmi, kedy sa odvrh a dopad nachádzajú v rôznych vodorovných rovinách, napr. vrh guľou, hod oštepom, skok do diaľky. Miesto odvrhu je teda vyššie než miesto dopadu o vzdialenosti h

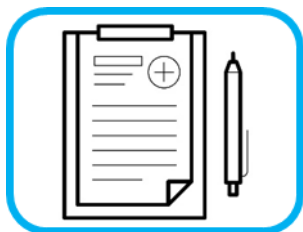
Pri skokoch hovoríme o dvoch rôznych pojmoch, o uhle odrazu a uhle vzletu. Uhol odrazu zviaza ťažisko a miesto opory s vodorovnou rovinou. Uhol vzletu čiže elevačný uhol je daný dráhou ťažiska v okamihu dokončenia odrazu a horizontálnou rovinou (obr. 37). Tieto uhly väčšinou nebývajú totožné. Ak sa športovec na skok rozbieha, je uhol odrazu väčší ako uhol vzletu, ktorý je daný výslednú počiatočnou rýchlosťou (prejaví sa teda aj zložka horizontálnej rýchlosti získaná rozbehom).



Obr. 37 Uhol odrazu φ a uhol vzletu α . [22]



Videoanalýza sa v športe využíva na zlepšenie techniky, výkonu a prevenciu zranení. Tréneri a športovci využívajú videoanalýzu na detailné sledovanie pohybov a techniky, napríklad pri behaní, plávaní alebo futbale, aby identifikovali oblasti na zlepšenie. Kineziológovia používajú video na hodnotenie biomechaniky pohybov a optimálne nastavenie telesných postojov. Analýza techniky pomáha pri oprave chýb v pohybových vzorcoch, čo vedie k lepšiemu výkonu a menšiemu riziku zranení. Videoanalýza tiež umožňuje taktickú analýzu v kolektívnych športoch, kde sa hodnotí pohyb hráčov a tímová stratégia, čím sa zlepšuje koordinácia a efektivita.



Analýza balistických pohybov

Zadanie

Hody patria k základným pohybovým vzorcom, ktoré sa vyskytujú vo väčšine pohybových aktivít v športe. Biomechanické parametre tohto pohybového vzorca je možné získať analýzou hodu lopty „autovým vhadzovaním“ pomocou kinematickej metódy s využitím videoanalýzy, ktorá je založená na sledovaní bodov na tele subjektu. Pohyb je posudzovaný bez ohľadu na príčiny sily. Dôležitá je tu závislosť dráhy na čase, z ktorej sa ďalej odvíja rýchlosť a zrýchlenie.

Cieľom analýzy balistických pohybov je študovať a vyhodnotiť dynamiku pohybov, ktoré zahŕňajú rýchle a silné akcie, ako hod alebo údery, pri ktorých sa pohybujú časti tela alebo objekty voľne cez vzduch po uvoľnení. Analýza zahŕňa meranie parametrov ako je rýchlosť, trajektória, sila, čas letu a rozloženie síl počas pohybu. Cieľom je optimalizovať výkon, zlepšiť techniku a prevenciu zranení, ako aj lepšie pochopenie biomechaniky týchto pohybov. Výsledky môžu byť využité v športoch, rehabilitácii alebo pri vývoji ergonomických produktov a tréningových metód.

Pomôcky

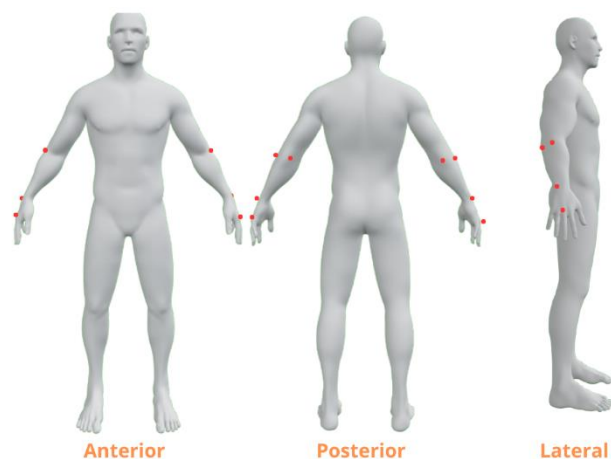
Videokamera, jednofarebné foto pozadie, markery, Vernier Video Analysis softvér, značky na podlahe pre určenie vzdialeností, meracie pásma, lopta

Kontraindikácie

Videoanalýza chôdze nie je vhodná pre osoby s akútnymi zraneniami dolných končatín alebo chrbtice, ktoré obmedzujú schopnosť normálnej chôdze. Závažné neurologické poruchy, ako Parkinsonova choroba alebo akútna neuropatia, môžu spôsobiť abnormálne pohybové vzorce, ktoré môžu byť ťažko interpretovateľné. Psychické a psychiatrické poruchy, ako silná úzkosť alebo disociatívne stavy, môžu ovplyvniť výkon a koordináciu chôdze. Ľudia s deformáciami nôh alebo ťažkými problémami s rovnováhou môžu mať nepresné výsledky. Okrem toho, akútne bolesti alebo zápaly kĺbov môžu brániť správne vykonaniu testu. Ak boli absolvované operácie, amputácie alebo diagnostikované iné ochorenia pohybového aparátu, je dôležité ich zaznamenať v protokole, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

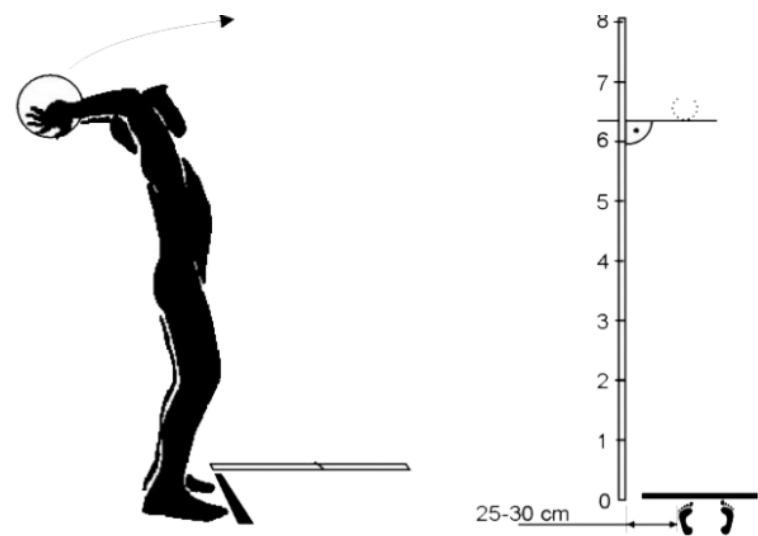
Spracovanie

Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení. Testujúci oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku. Oblečenie má byť také aby neobmedzovalo subjekt pri vykonávaní testu. Markery umiestnite pri pohľade na subjekt v sagitálnej rovine na lakťový výbežok (olecranon), laterálny epikondyl ramennej kosti (epicondylus lateralis humeri), násadcovitý výbežok lakťovej kosti (processus styloideus ulnae) a na bázu tretej záprstnej kosti (os metacarpale tertium).



Obr. 38 Umiestnenie markerov pre potreby videoanalýzy hodu.

Následne pri jednofarebnom pozadí vyhotovte videozáznam hodu loptičkou vo formáte .mp4 a .mov. Subjekt zaujme stoj mierne rozkročný (vedľa meracieho pásma) – asi na šírku ramien; obe špičky chodidiel sú tesne pred čiarou hodu, chodidlá sú vedľa seba, zakročenie alebo vykročenie vpred v priebehu a ani po vykonaní hodu nie sú dovolené. Subjekt pevne uchopí loptu, vzpaží, zakloní sa (aby sa predišlo strate rovnováhy) a hodí loptu „autovým vhadzovaním“ šikmo hore vpred tak, aby sa dosiahol čo najlepší výkon (obr. 39). Po hode je nutné nestratiť rovnováhu, neprepadnúť vpred (prešľap) a nezasiahnuť akoukoľvek časťou tela priestoru, kde sa vykonáva meranie.



Obr. 39 Technika prevedenia autového hodu (vľavo), pohľad zhora na plochu hodu (vpravo).

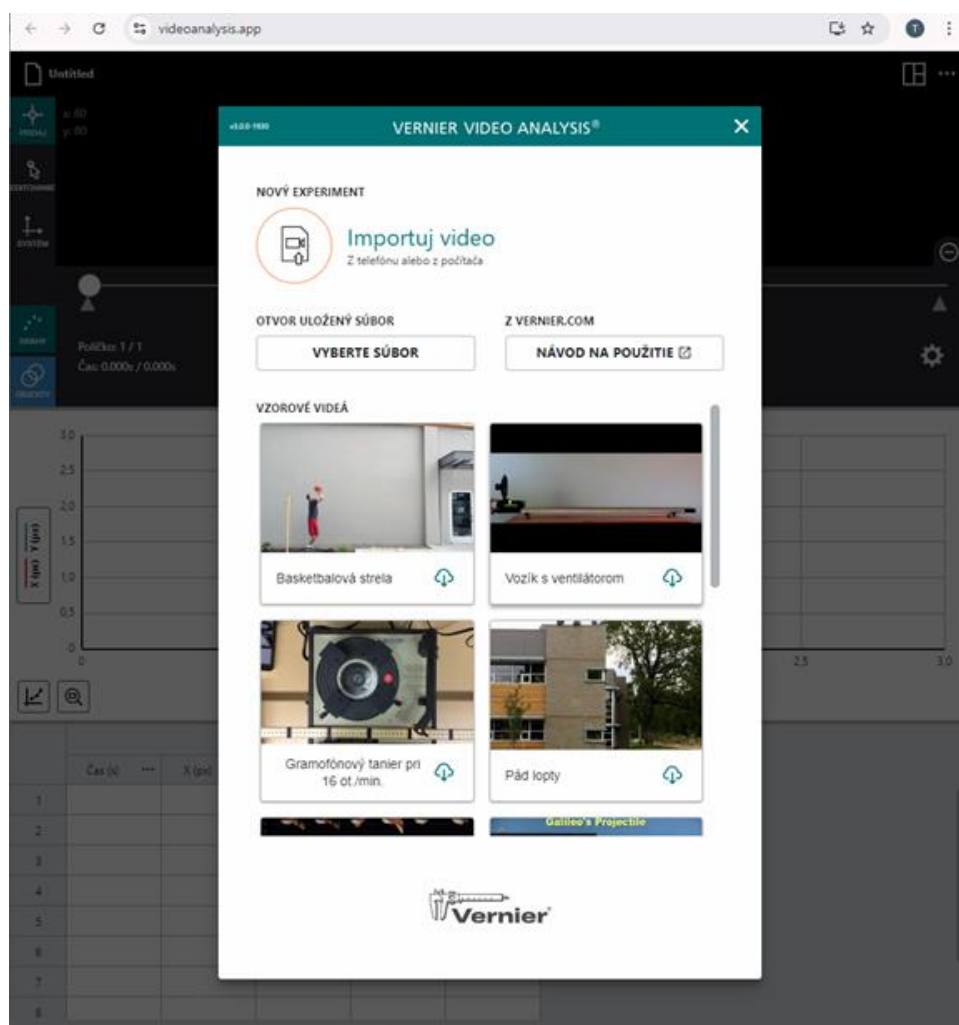
Uistite sa, že na videu je viditeľná celá dráha hodu loptičky od fázy hodu až po fázu pokoja. Pohyb rozdeľte na jednotlivé fázy, ktoré popíšete kinematickými parametrami. Získané údaje zo softvéru Vernier Video analysis je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek, schém (podľa potreby), vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver.

Vyšetrovacie metódy

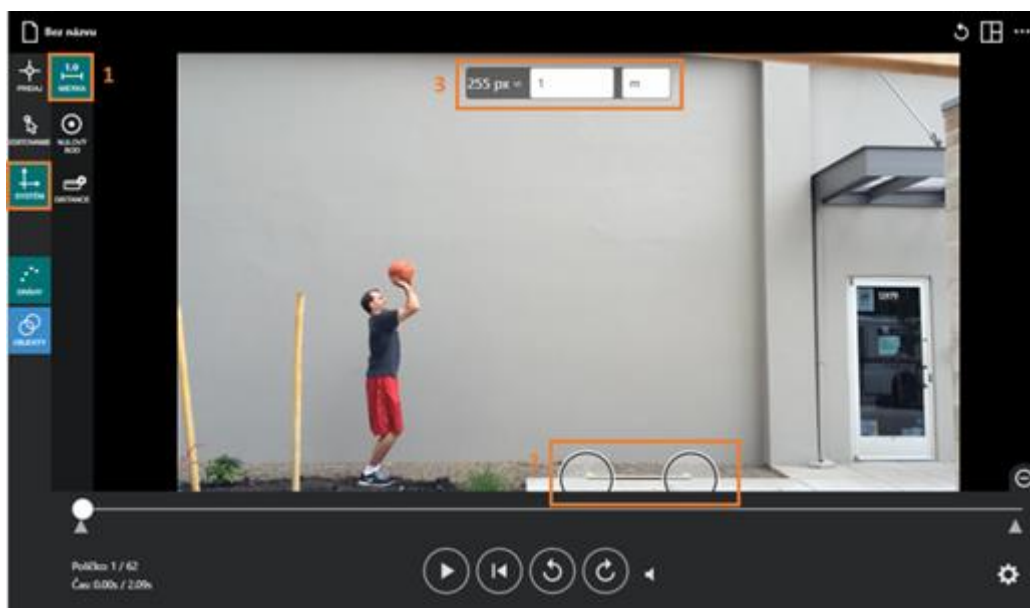
Tento protokol sa zameriava na videoanalýzu balistických pohybov. Jeho cieľom je podrobné štúdium kinematiky a kinetiky ľudského pohybu, ktoré nám umožňuje lepšie pochopiť, ako efektívne a bezpečne sa ľudia pohybujú.

Postup:

1. Pripravte plochu pre realizáciu skoku, vyznačením odrazovej čiary a meracích čiar.
2. Zapnite videokamery na zaznamenanie pohybu.
3. Realizujte hod loptou podľa vyššie uvedených inštrukcií.
4. Pre importovanie videozáznamu hodu loptičkou spustíte webovú aplikáciu „**Vernier Video analysis**“ (<https://videoanalysis.app/>), kde sa automaticky otvorí okno „**Nový experiment**“ s možnosťou importu videa. Zvoľte možnosť „**Otvor uložený súbor**“ a vyberte súbor s videozáznamom.

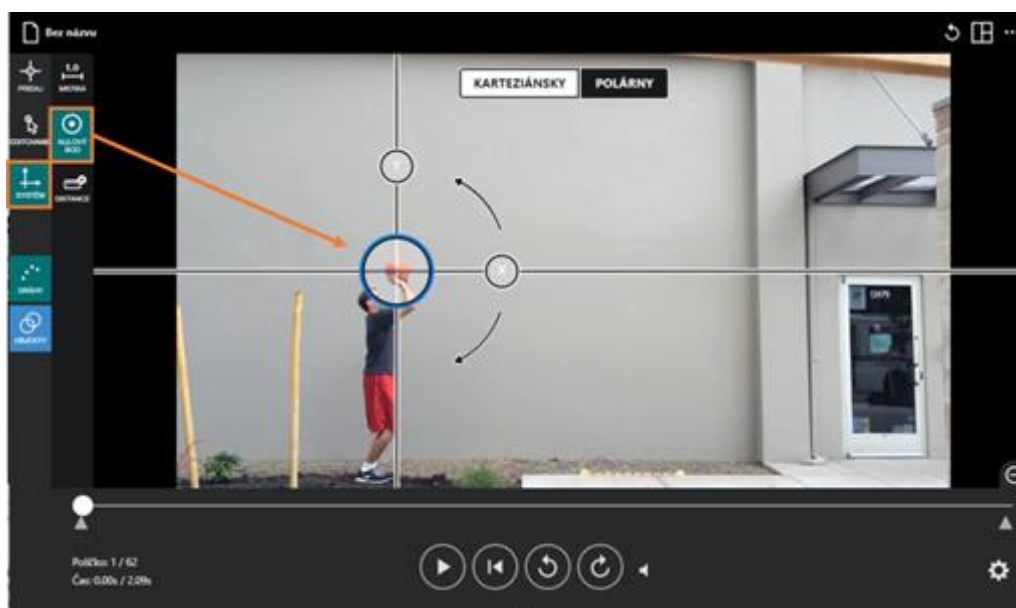


5. Následne v hlavnom menu na ľavej strane programu zvolíme možnosť „**Systém**“ a nastavíme „**Mierka**“ umiestnením stredov kružníc na konce známeho objektu. Následne zadáme hodnotu a jednotky objektu mierky.

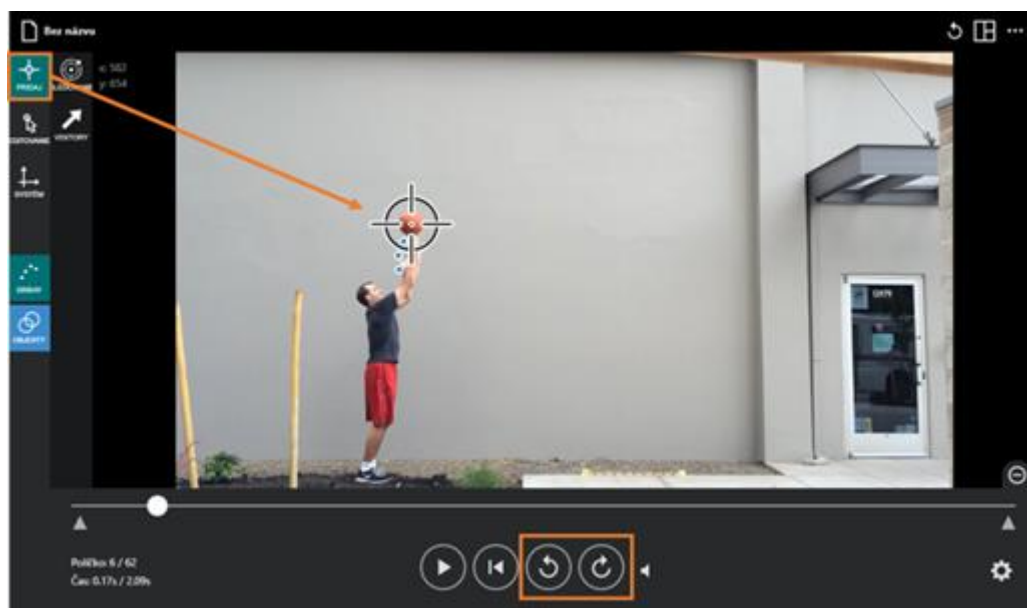


6. Nasleduje určenie počiatku súradnicového systému pomocou voľby „**Nulový bod**“. Polohu nulového bodu zvolíme posúvaním súradnicového systému v obraze na zvolené miesto. Horizontálny smer je určený osou x a vertikálny smer je určený osou y.

V prípade potreby je možné súradnicový systém aj rotovať, napr. ak os x by mala byť totožná s naklonenou rovinou (rampou).



7. Pre manuálne sledovanie pohybu objektu v menu zvolíte možnosť „**Pridaj**“, ktorá slúži na sledovanie manuálne zvoleného bodu. Pre posunutie videa na požadovanú snímku použite funkciu „**Krok dopredu**“ (forward step) a „**Krok dozadu**“ (backward step) v spodnej časti okna programu. Jednoduchým kliknutím na sledovaný objekt označíte bod (modrá farba), koordináty označeného bodu budú zaznamenané a vyhodnotené. Pokračujte v označovaní bodov sledovaného objektu. Je dôležité vždy označiť ten istý bod objektu pre sledovanie pohybu.

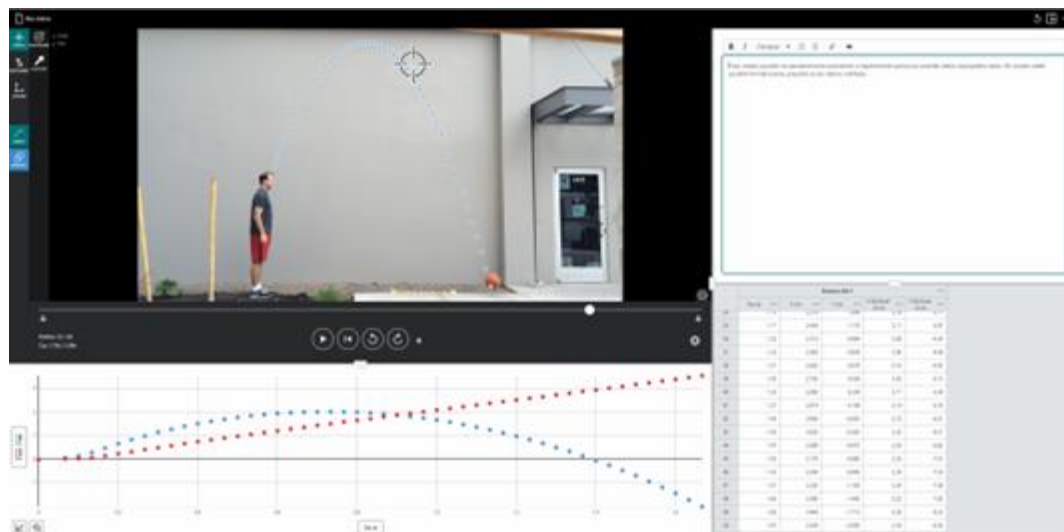


8.



Pre použitie funkcie „**Sledovanie**“ je potrebné vyhotoviť videozáznam na jednofarebnom pozadí a s označením objektu alebo bodu na objekte v dostatočne kontrastnej farbe voči pozadiu.

9. Následne sa vykreslia krivky závislosti x-ovej a y-ovej súradnice v závislosti na čase t a tabuľka s hodnotami času, polohy súradníc a rýchlostí.



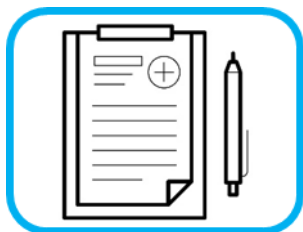
Prílohy

Spracované grafy a tabuľky z videoanalýzy hodu loptou.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie hodu lopty meraného subjektu tzv. autovým vhadzovaním. Pohyb rozdeľte na jednotlivé fázy, ktoré popíšte kinematickými parametrami.

Získané údaje je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek, schém (podľa potreby), vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.



Videoanalýza skoku do diaľky

Zadanie

Skoky patria k základným pohybovým vzorcom, ktoré sa vyskytujú vo väčšine pohybových aktivít v športe. Biomechanické parametre tohto pohybového vzorca je možné získať analýzou skoku do diaľky z miesta odrazom znožmo pomocou kinematickej metódy s využitím videoanalýzy, ktorá je založená na sledovaní bodov na tele subjektu. Pohyb je posudzovaný bez ohľadu na príčiny sily. Dôležitá je tu závislosť dráhy na čase, z ktorej sa ďalej odvíja rýchlosť a zrýchlenie.

Cieľom analýzy balistických pohybov je študovať a vyhodnotiť dynamiku pohybov, ktoré zahŕňajú rýchle a silné akcie, ako skoky, pri ktorých sa pohybujú časti tela alebo objekty voľne cez vzduch po uvoľnení. Analýza zahŕňa meranie parametrov ako je rýchlosť, trajektória, sila, čas letu a rozloženie síl počas pohybu. Cieľom je optimalizovať výkon, zlepšiť techniku a prevenciu zranení, ako aj lepšie pochopenie biomechaniky týchto pohybov. Výsledky môžu byť využité v športoch, rehabilitácii alebo pri vývoji ergonomických produktov a tréningových metód.

Pomôcky

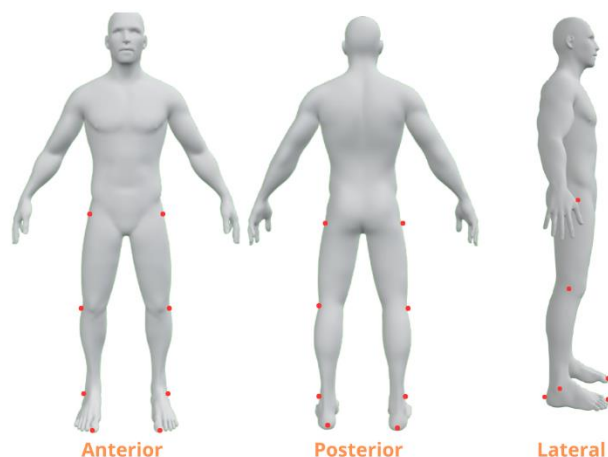
Videokamera, jednofarebné foto pozadie, markery, Vernier Video Analysis softvér, plochý senzor sily, značky na podlahe pre určenie vzdialeností, meracie pásmo

Kontraindikácie

Videoanalýza chôdze nie je vhodná pre osoby s akútnymi zraneniami dolných končatín alebo chrbtice, ktoré obmedzujú schopnosť normálnej chôdze. Závažné neurologické poruchy, ako Parkinsonova choroba alebo akútna neuropatia, môžu spôsobiť abnormálne pohybové vzorce, ktoré môžu byť ťažko interpretovateľné. Psychické a psychiatrické poruchy, ako silná úzkosť alebo disociatívne stavy, môžu ovplyvniť výkon a koordináciu chôdze. Ľudia s deformáciami nôh alebo ťažkými problémami s rovnováhou môžu mať nepresné výsledky. Okrem toho, akútne bolesti alebo zápaly kĺbov môžu brániť správne vykonaniu testu. Ak boli absolvované operácie, amputácie alebo diagnostikované iné ochorenia pohybového aparátu, je dôležité ich zaznamenať v protokole, keďže môžu negatívne ovplyvniť výsledky testov.

Spracovanie

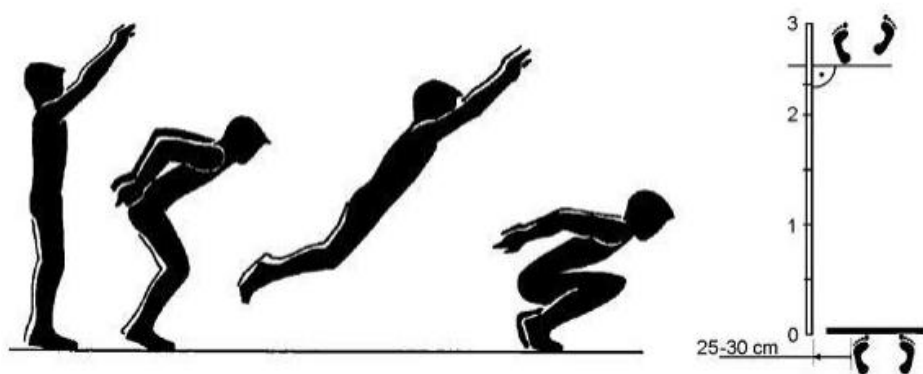
Pri riešení úloh pracujete vo dvojici, kde jeden z dvojice je testovaný subjekt a druhý je testujúci. Testujúci overí funkčnosť zariadení. Testujúci oboznámi respondenta s priebehom testu a predvedie názornú ukážku. Oblečenie má byť také aby neobmedzovalo subjekt pri vykonávaní testu. Pred vyhotovením videozáznamu je potrebné na telo subjektu umiestniť markery pre účely sledovania a hodnotenia pohybu. Markery (obr. 40) umiestnite pri pohľade na subjekt v sagitálnej rovine na stred hlavice stehennej kosti (femur), stred kolena, vonkajší členok, pri pohľade na subjekt vo frontálnej rovine na pätu a veľký palec na nohe.



Obr. 40 Umiestnenie markerov pre potreby videoanalýzy skoku.

Následne pri jednofarebnom pozadí vyhotovte videozáznamy skoku do diaľky z miesta odrazom znožmo vo formáte .mp4 a .mov. Na prvom videozázname je zachytený pohyb skokana iniciovaný zo stoja mierne rozkročeného s predklonom (špičky chodidiel za odrazovou čiarou), nasleduje hmit podrepmo do zapaženia, mohutný odraz a skok so súčasným pohybom ramien vpred. Poslednou fázou je doskok znožmo, bez posunu chodidiel vzad. Na druhom zázname je zachytený pohyb skokana s obmedzeným pohybom horných končatín (ruky v bok).

Skok realizujte na pevnej, nešmykľavej podložke, na ktorej sú vyznačené čiary s 10 cm odstupom, rovnobežné s čiarou odrazu, začínajúc 1 m od nej. Meranie dĺžky skoku sa vykonáva pásmom, ktoré je položené kolmo na čiaru odrazu (obr. 41). Dĺžka skoku sa meria od odrazovej čiary k bližšej päte chodidla. Nepovoľuje sa posun chodidiel vpred pred odrazom. Výsledky sa uvádzajú s presnosťou na jeden centimeter.



Obr. 41 Technika prevedenia skoku do diaľky z miesta (vľavo), pohľad zhora na plochu skoku (vpravo).

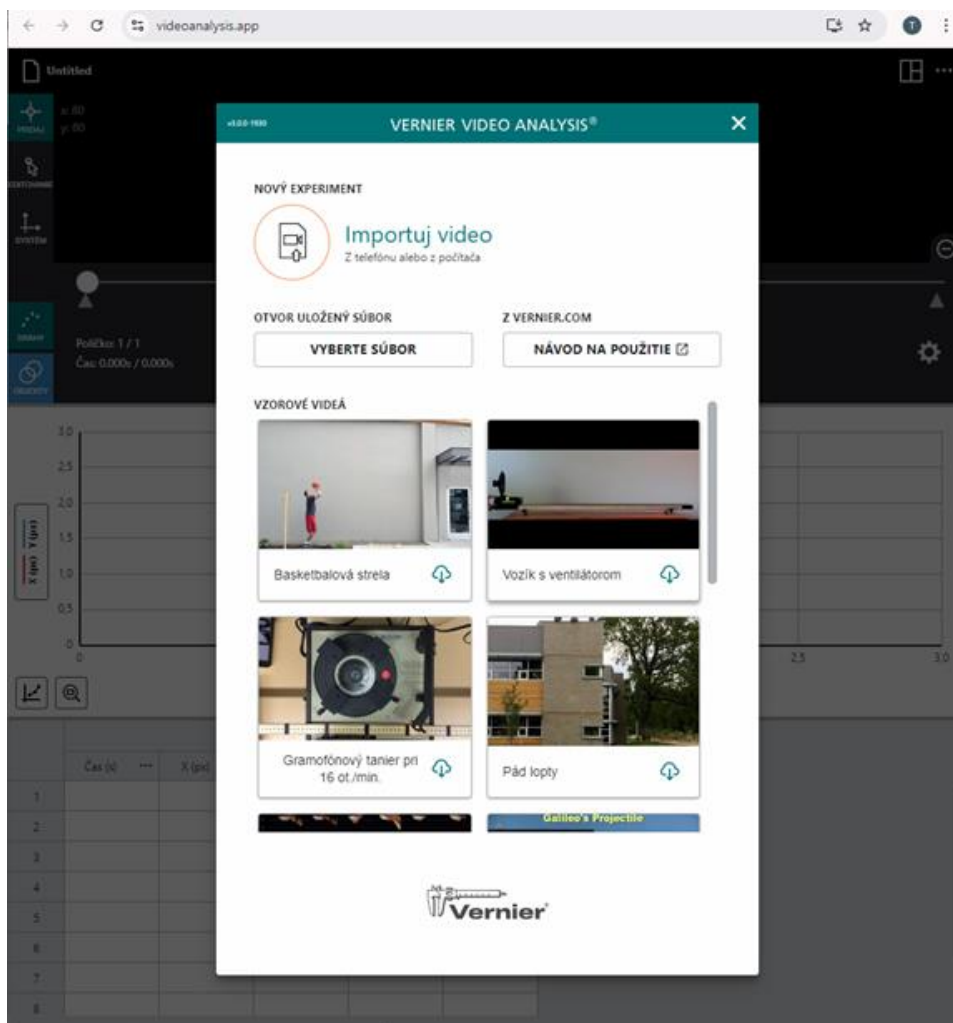
Výšetrovacie metódy

Tento protokol sa zameriava na videoanalýzu balistických pohybov s použitím moderných meracích nástrojov ako je webová aplikácia Vernier Video analysis.

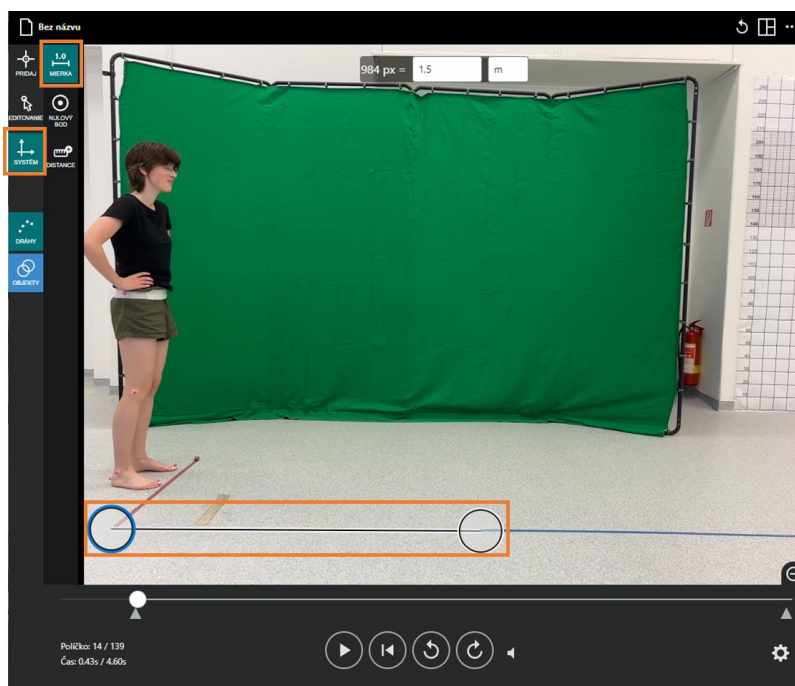
Postup:

1. Pripravte plochu pre realizáciu skoku, vyznačením odrazovej čiary a meracích čiar. Pred hranicu odrazovej čiary umiestnite silovú platňu.

2. Zapnite videokamery na zaznamenanie pohybu skokana.
3. Realizujte skok do diaľky podľa vyššie uvedených inštrukcií, pričom subjekt stojací na silovej platni oboma nohami iniciuje pohyb.
4. Pre importovanie videozáznamu skoku do diaľky spustíte webovú aplikáciu „**Vernier Video analysis**“, kde sa automaticky otvorí okno „**Nový experiment**“ s možnosťou importu videa. Zvoľte možnosť „**Otvor uložený súbor**“ a vyberte súbor s videozáznamom.

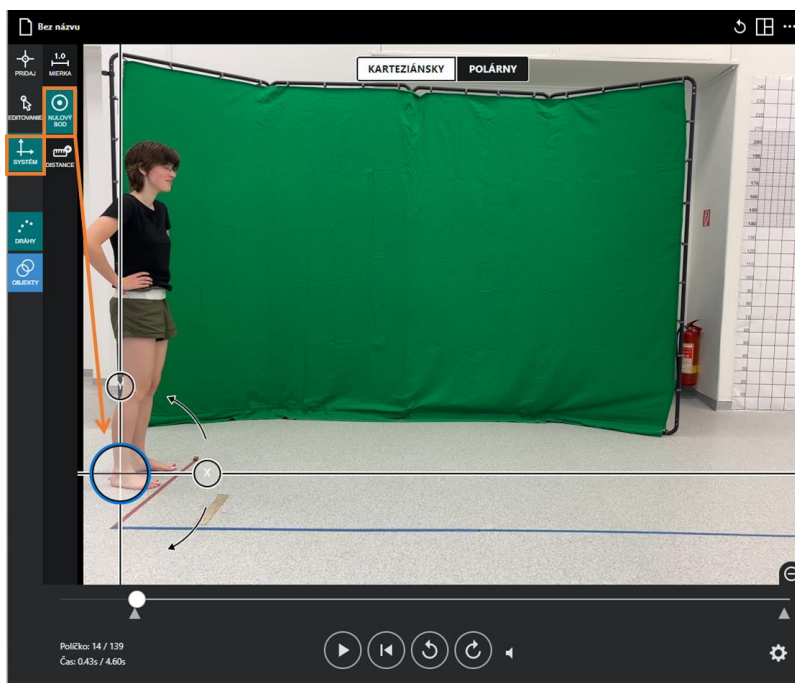


5. Následne v hlavnom menu na ľavej strane programu zvolíme možnosť „**Systém**“ a nastavíme „**Mierka**“ umiestnením stredov kružníc na konce známeho objektu. Následne zadáme hodnotu a jednotky objektu mierky.



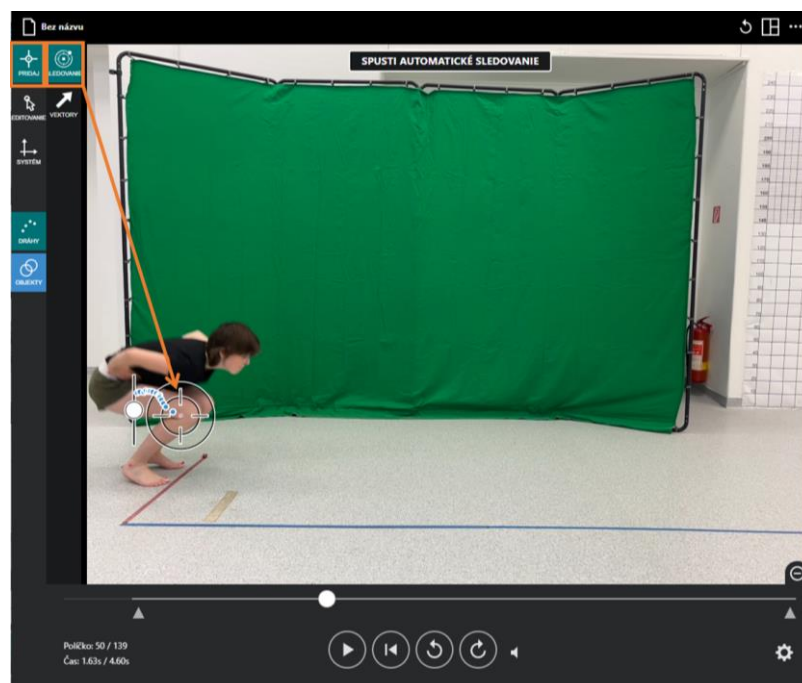
6. Nasleduje určenie počiatku súradnicového systému pomocou voľby „Nulový bod“. Polohu nulového bodu zvolíme posúvaním súradnicového systému v obraze na zvolené miesto. Horizontálny smer je určený osou x a vertikálny smer je určený osou y.

V prípade potreby je možné súradnicový systém aj rotovať, napr. ak os x by mala byť totožná s naklonenou rovinou (rampou).

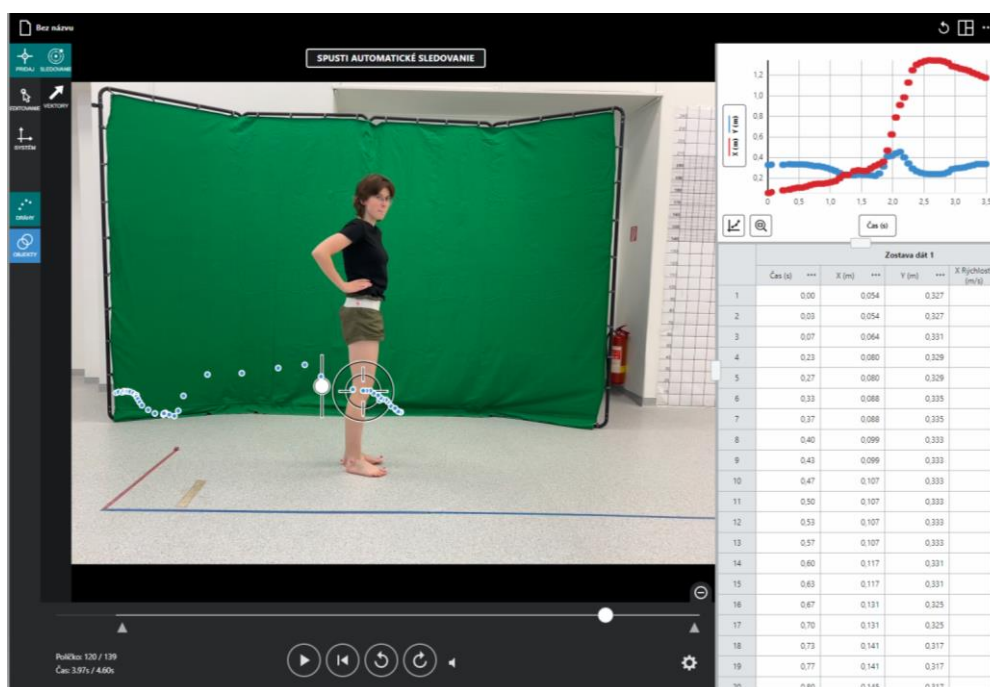


7. Pre manuálne sledovanie pohybu objektu v menu zvolte možnosť „Pridaj“, ktorá slúži na sledovanie manuálne zvoleného bodu. Pre posunutie videa na požadovanú snímku použite funkciu „Krok dopredu“  a „Krok dozadu“  v spodnej časti okna programu. Jednoduchým kliknutím na sledovaný objekt označíte bod (modrá farba), koordináty

označeného bodu budú zaznamenané a vyhodnotené. Pokračujte v označovaní bodov sledovaného objektu. Je dôležité vždy označiť ten istý bod objektu pre sledovanie pohybu.



8. Pre použitie funkcie „Sledovanie“  je potrebné vyhotoviť videozáznam na jednofarebnom pozadí a s označením objektu alebo bodu na objekte v dostatočne kontrastnej farbe voči pozadiu.
9. Následne sa vykreslia krivky závislosti x-ovej a y-ovej súradnice v závislosti na čase t a tabuľka s hodnotami času, polohy súradníc a rýchlostí.



10. Zo získaných údajov vypočítajte parametre pohybu uvedené v protokole.
11. Postup opakujte s videozáznamom skoku do diaľky s obmedzeným pohybom horných končatín.

Prílohy

Spracované grafy a tabuľky z videoanalýzy skoku, grafické výstupy zo silovej platne.

Vyhodnotenie

Záver zadania musí obsahovať slovné vyhodnotenie skoku meraného subjektu do diaľky z miesta. Pohyb rozdeľte na jednotlivé fázy, ktoré popíšte kinematickými parametrami. Vyhodnoťte rozdiely v pohybe s voľnými hornými končatinami a s obmedzeným pohybom horných končatín. Z údajov zo silovej platne vyhodnoťte sily vo fáze odrazu. Získané údaje je potrebné spracovať do prehľadných tabuliek, schém (podľa potreby), vyhodnotiť každú metódu osobitne a následne ich porovnať a uviesť celkový záver. Použite vhodné štatistické metódy na analýzu získaných dát, aby sa zabezpečila objektívnosť a platnosť záverov. Výsledky experimentov porovnajte s predchádzajúcimi výskumami a literatúrou, aby sa potvrdila ich presnosť a relevantnosť.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9. Dostupné aj z: <http://krameriusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:a06973e0-ee50-11e8-a5a4-005056827e52>.
- [2] VÉLE, František. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-297-4. Dostupné aj z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:7eae4530-2773-11e4-8e0d-005056827e51>.
- [3] SHUMWAY-COOK, Anne a WOOLLACOTT, Marjorie H. *Motor control: translating research into clinical practice*. 4. vyd. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2012. ISBN 978-1-4511-1710-3.
- [4] WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait and posture*, 1995, 3, s. 193–214. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](http://dx.doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9).
- [5] LENKOVÁ, Rút; MIKULÁKOVÁ, Wioletta; LABUNOVÁ, Eva a URBANOVÁ, Katarína. *Diagnostika funkčných porúch pohybového systému: pre študijné programy telesná výchova, šport pre zdravie a fyzioterapia*. 1. vyd. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta športu, 2018. ISBN 978-80-555-2070-4.
- [6] HRČKA, Jozef. *Držanie tela a jeho ovplyvnenie*. Trnava: Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, 2008. ISBN 978-80-8105-064-0.
- [7] RIEGEROVÁ, Jana; PŘIDALOVÁ, Miroslava a ULBRICHOVÁ, Markéta. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex, 2006.
- [8] GROSS, Jeffrey M.; FETTO, Joseph a SUPNICK, Elaine Rosen. *Vyšetření pohybového aparátu*. 4. vyd. Preložila Barbora HOMONICKÁ PYŠKOVÁ. Praha: Triton, 2023. ISBN 978-80-7684-109-3.
- [9] HALADOVÁ, Eva a NECHVÁTALOVÁ, Ludmila. *Vyšetřovací metody hybného systému*. 2. nezm. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-7013-393-7.
- [10] BEDNARČÍKOVÁ, Lucia; MICHALÍKOVÁ, Monika; DANKO, Mária; HUDÁK, Radovan a ŽIVČÁK, Jozef. *Základy skenovania pre protetické a ortotické aplikácie*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2019. ISBN 978-80-553-3475-2.
- [11] RUHE, Alexander; FEJER, René a WALKER, Bruce. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *European Spine Journal*, 2011, 20(3), s. 358–368. DOI: <10.1007/s00586-010-1543-2>.
- [12] VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita. Část 1. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2002, 9, s. 115–121.
- [13] ZATSIORSKY, V. The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. *Biomechanics*, 1983.
- [14] REPOVÁ, Kristína; LÍŠKA, Dávid a KUBAS, Vladimír. Testovanie dynamickej stability dolných končatín podľa Y Balance Testu u profesionálnych džudistov. *Military Medical Science Letters*, 2020. Dostupné z: <https://doi.org/10.31482/mmsl.2020.013>.
- [15] JONKMAN, A. H.; WARNAAR, R. S. P.; BACCINELLI, W. et al. Analysis and applications of respiratory surface EMG: report of a round table meeting. *Critical Care*, 2024, 28, 2. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04779-x>.
- [16] MAARSINGH, E. J. W.; VAN EYKERN, L. A.; SPRIKKELMAN, A. B.; HOEKSTRA, M. O. a VAN AALDEREN, W. M. C. Respiratory muscle activity measured with a noninvasive EMG technique: technical aspects and reproducibility. *Journal of Applied Physiology*, 2000, 88(6), s. 1955–1961.
- [17] RODRIGUES, A.; JANSSENS, L.; LANGER, D.; MATSUMURA, U.; ROZENBERG, D.; BROCHARD, L. a REID, W. D. Semi-automated Detection of the Timing of Respiratory Muscle Activity: Validation and First Application. *Frontiers in Physiology*, 2022, 12, 794598. DOI: <10.3389/fphys.2021.794598>.

- [18] JONÁK, Jiří. *Využití záznamů z bezpečnostních kamer ve forenzní praxi*. 1. vyd. Brno: Tribun EU, 2008. ISBN 978-80-7399-643-7. Dostupné aj z: <http://kramerusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:73da32b0-b31d-11e3-9d7d-005056827e51>.
- [19] TÓTH, Teodor; BEDNARČÍKOVÁ, Lucia a ŽIVČÁK, Jozef. *Meranie v protetike a ortotike*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2022. ISBN 978-80-553-4318-1.
- [20] Dostupné z: <https://www.jfmed.uniba.sk/fileadmin/jlf/Pracoviska/ustav-fyziologie/25SK-Dynam.pdf>.
- [21] ŽIVČÁK, Jozef, BEDNARČÍKOVÁ, Lucia a ONDREJOVÁ, Bibiána. *Biomechanika človeka II*. 2. preprac. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2023. 163 s. ISBN 978-80-553-4613-7.
- [22] BEDNARČÍKOVÁ, Lucia, MICHALÍKOVÁ, Monika, ONDREJOVÁ, Bibiána a ŽIVČÁK, Jozef. *Topografia človeka pre protetiku a ortotiku*. 1. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2022. 146 s. ISBN 978-80-553-4315-0.
- [23] MICHALÍKOVÁ, Monika, ONDREJOVÁ, Bibiána a ŽIVČÁK, Jozef. *Hodnotenie plantárnych tlakov*. 1. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2022. 135 s. ISBN 978-80-553-4314-3.
- [24] ŽIVČÁK, Jozef, HUDÁK, Radovan, TÓTH, Teodor, RAJŤÚKOVÁ, Viktória, MICHALÍKOVÁ, Monika, MAJERNÍK, Jaroslav, FRANKOVSKÝ, Peter a SCHNITZER, Marek. *Biomechanika človeka I*. 3. dopl. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2021. 456 s. ISBN 978-80-553-4032-6.
- [25] ŽIVČÁK, Jozef, HUDÁK, Radovan, FINDRIK BALOGOVÁ, Alena, KRAJŇÁKOVÁ, Viktória a FERENČÍK, Norbert. *Rehabilitačná technika*. 2. dopl. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2021. 320 s. ISBN 978-80-553-4035-7.
- [26] BEDNARČÍKOVÁ, Lucia, MICHALÍKOVÁ, Monika, DANKO, Mária, HUDÁK, Radovan a ŽIVČÁK, Jozef. *Základy protetiky a ortotiky*. 1. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2020. 118 s. ISBN 978-80-553-3725-8.
- [27] ŽIVČÁK, Jozef, HUDÁK, Radovan, TÓTH, Teodor, RAJŤÚKOVÁ, Viktória, MICHALÍKOVÁ, Monika, MAJERNÍK, Jaroslav a FRANKOVSKÝ, Peter. *Biomechanika človeka I*. 1. vyd. Prešov: Grafotlač Prešov, 2018. 410 s. ISBN 978-80-553-3221-5.

Lucia BEDNARČÍKOVÁ, Bibiána ONDREJOVÁ, Jozef ŽIVČÁK

BIOMECHANICKÁ ANALÝZA MUSKULO- SKELETÁRNEHO SYSTÉMU

1.vydanie

154 strán

Rok vydania 2024

Vydavateľ: Strojnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach

ISBN 978-80-553-4759-2



Impulz pre tvoju kariéru



www.strojarina.eu



Strojnícka fakulta TUKE



Strojnícka fakulta TUKE