



*Szolnoki Tudományos Közlemények XIII.
Szolnok, 2009.*

SZABÓ GÁBOR

A SZOLNOKI MÁV KÓRHÁZ ÉS RENDELŐINTÉZET BIOMECHANIKAI LABORATÓRIUMÁNAK BEMUTATÁSA¹

Előadásunk célja egy 2005-ben Európai Unió pályázat jóvoltából megvalósult, világszínvonalú mozgásvizsgáló laboratórium bemutatása, felhasználási lehetőségeinek megismertetése minél szélesebb körben. A négy éve átadásra került százmilliósi beruházás működése mindannyiunk érdeke, ezért is szenteliünk időt minél több fórumon arra, hogy rávilágítsunk a benne rejlő értékekre. A mozgásvizsgáló labor egy német vállalat olyan irányú kutatás és fejlesztési módszere alapján valósult meg, amely az emberi mozgás biomechanikai paraméterek pontos mérésével, azok összefüggéseit vizsgálva lehetőséget teremt széles körben arra, hogy egy viszonylag egyszerűen elvégezhető, fájdalom- és mellékhatás-mentes, nem túl drága módszerrel tudjuk elemezni mozgató szervrendszerünk működését.

TECHNIKAI HÁTTÉR

A biomechanikai labor technikai hátterének alapja egy ultrahangvezérelt 3D mozgásvizsgáló rendszer. A központi egység az ultrahang jeladó és a vizsgált testrésze helyezett érzékelő markerek között méri a hanghullám terjedési idejét. A terjedési sebességet ismerve a számítógépes rendszer már minden távolságot ki tud számítani, és egyszerre több irányból vett jelek alapján a térben pontosan meg tudja állapítani a vizsgált szegmensek helyzetét, mozgásának irányát, sebességét az idő függvényében, és a rendszerhez tartozó felhasználó szoftverek segítségével további elemzésre lehetőséget adóan ábrázolja a kapott információkat.

¹ Szaklektorált cikk. Leadva: 2009. szeptember 15. Elfogadva: 2009. december 10.



1. ábra. Az ultrahang-vezérelt rendszer összetevői

A másik fontos része a labor felszereléseinek a bizonyos kristályok piezoelektromos hatásának fizikai tulajdonságait kihasználó, erőeloszlást mérő platform. A pedográf a sűrűn elhelyezett érzékeny szenzorok segítségével jeleníti meg számunkra a talajon ébredő erőket, terhelési viszonyokat az idő függvényében.



2. ábra. A pedográf

Mind egyik vizsgálómodul kiegészíthető szinkronban végzett felületi elektromiográfiával, amely az elmozdulásokkal párhuzamban detektálja az izomfeszülések mértékét.

A RENDSZER FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

A rendszer elemeinek használatát sokféleképp lehet variálni, bizonyos kérdéskör szerint csoportosítani, most egy általános felosztás szerint bemutatásra kerülnek a mérési módszerek.

I. Nálunk egyik leggyakrabban előforduló mérések a **gerincvizsgálatok**. Az ultrahang vezérelt rendszer a statikus vizsgálatok során pontosan megadja a gerincoszlop alakját mindhárom síkban, a dinamikus tesztek segítségével a gerinc mozgékonyágát figyelhetjük meg. Felhasználási területei közül kiemelkedően fontos a fiatalok tartáshibák szűrése (hanyag tartás, gerincferdülés). Intézetünkben több éve folyik gyógy-testnevelésben részesülő iskolás gyermekek

állapotának nyomon követése, valamint nemrégiben kezdődött két iskolában is az alsós korosztály módszeres szűrése, ahol – sajnos – a várt rossz eredmények beigazolódni látszanak, miszerint már hamar kezdenek kialakulni az egyébként népbetegség nagyságrendű tartáshibák.

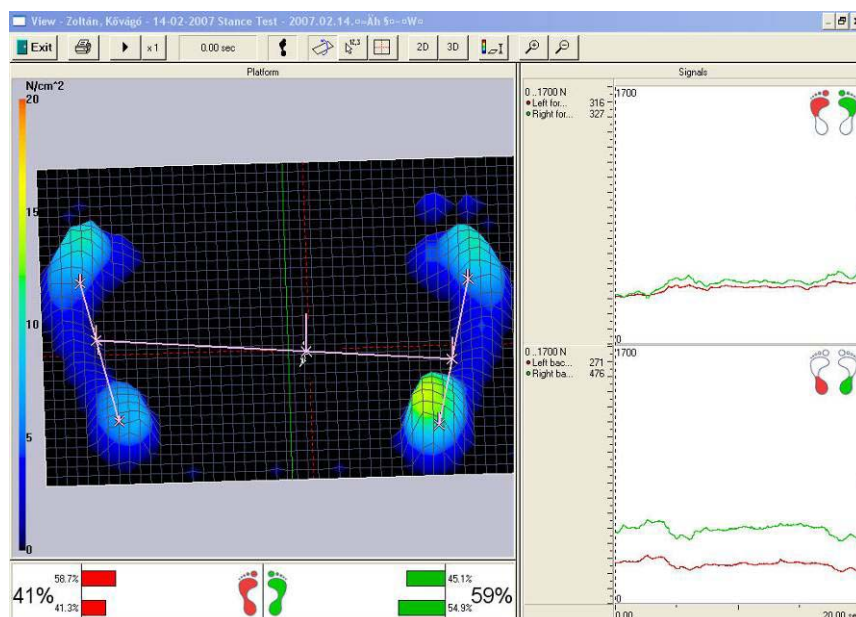


3. ábra. Statikus és dinamikusan gerincvizsgálatok

A rendszer egyébként használható a különböző gerincortézisek beállításának, hatékonyságának kimutatására is.

Fontos vizsgálatok folynak más gerincbetegségek esetében is (pl: discus hernia, SPA, spondylosis megbetegedések). E kórképeknél a rehabilitációs folyamatok hatékonyságát vizsgáljuk a funkciók felvételével a kórházi bentfevés elején, végén és bizonyos későbbi időpontokban vett adatok összehasonlításával.

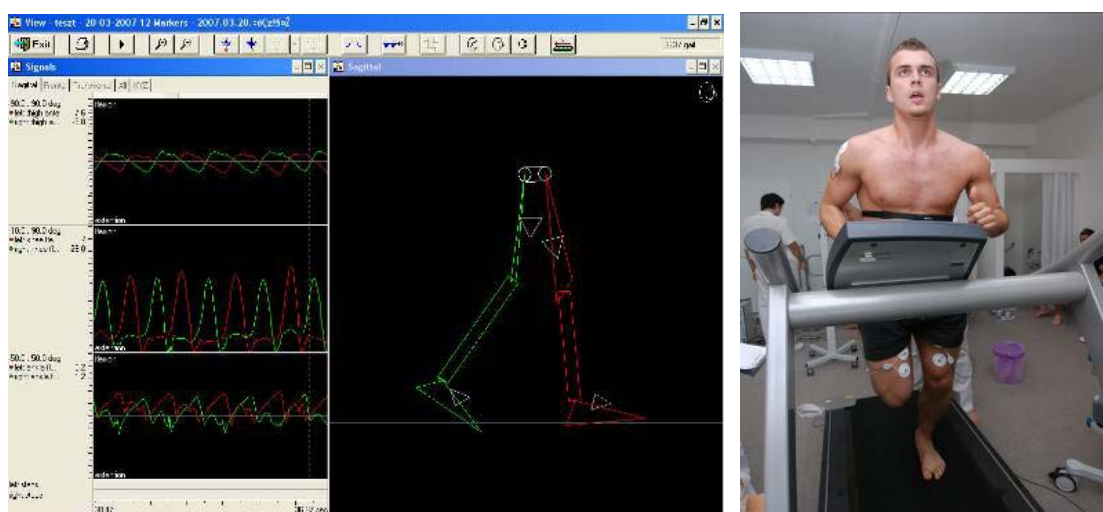
II. A második leggyakrabban használt modul a **talpnyomás-eloszlás mérés**. A magas érzékenységű szenzorok jól kimutatják a láb boltozati sajátosságait, valamint a terhelési viszonyokat a két láb között, azon belül a sarok, és az előláb tekintetében. A mérés alatt folyamatosan detektáljuk a tömegközéppont helyzetét, amelynek megtett útja és a bejárt terület szoros összefüggésben van a stabilitással, egyensúllyal.



4. ábra. Vizsgálat közben látható kontrollablak

Ezekből adódóan jól alkalmazható a rendszer a talp deformitások szűrésében (lúdtalp, harántboltozat-süllyedés), ezek javítását szolgáló talpbetétek hatékonyságának ellenőrzésére, a százalékos testsúlyeloszlásból következtethetünk kímélő vagy hanyag testtartásra, legyen ennek oka fájdalom, valódi, vagy funkcionális végtag hosszkülönbség, vagy egyéb tartáshiba.

III. A járás vizsgálata szintén széles körben alkalmazható a rendszerünkkel. Különlegesen felszerelt futópadunkon végzett mérések során rengeteg adatot tudunk szolgáltatni további elemzésre. A futópad talajában elhelyezett szenzorok – a pedográfnál ismertetett elvek alapján folyamatosan detektálják a talajon keletkező erőket, amelyből pontosan megadhatók a lépésciklus jellemzői. A lépés távolságai, szélessége, lengő és támaszkodó fázis arányai a két oldal viszonylatában fontos biomechanikai paraméterek a járás minőségének elemzéséhez.



5. ábra. Járás-futás vizsgálata

Az ultrahang-vezérelt rendszerrel kiegészítve a vizsgált ízületek szögelhajlásai, szögsebességei mérhetők.

Az izomaktivitás vizsgálat egyszerűbb lett a vezetékek sokaságának lecsökkentése érdekében bevezetett bluetooth adapter segítségével.

Különböző terheléses vizsgálatok elvégzését segíti a beépített Polar rendszer, valamint a helyszínen elvégezhető vérlaktát-szint meghatározására alkalmas gyorsteszt.

A futópad utólagosan lett felszerelve egy kompresszoros-hidraulikus betegemelő rendszerrel, amely lehetőséget ad a felfüggesztések révén a járnai alig, vagy egyáltalán nem tudó betegek lépéspróbálkozásainak felvételére. A szinkronban végezhető videófelvevételek is lehetőséget adhatnak további elemzésekre.



6. ábra. A betegemelő szerkezet működés közben

Felhasználási területei közül az egészségügyben elsősorban az alsó végtagi ízületek megbetegedései, sérülései, műtéti következtében megváltozott járásfunkcióinak vizsgálata (csípő-, térd protézisek, térd-, boka szalagsérülések, ízületi kopások, izombetegségek...) történik. Az élsportban is hasznos lehet a terhelési képességek kimérésére, apró, technikai hibák szűrésére, és persze az ott is gyakran jelentkező sérülések utáni rehabilitációs állapotok vizsgálatára. Edzések hatékonyságának felmérésére is alkalmas a felkészülési ideny több időpontjában megismételt mérések összehasonlítása révén.

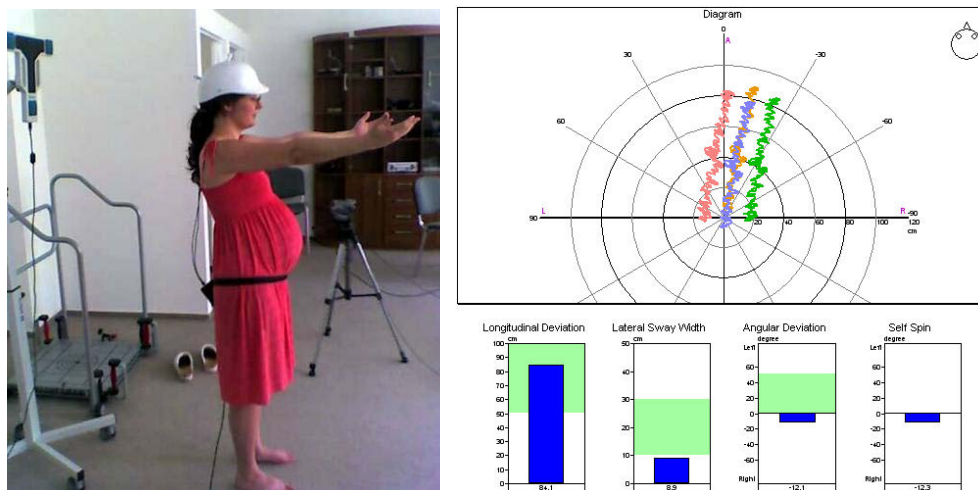
IV. A kineztezis vizsgálatok során vizsgáljuk a mozgás pontos megismétlésének képességét, a testhelyzet megtartásának, instabil talajon való járásnak, valamint hirtelen egyensúlyából kibillentett állapotából való megállásnak a képességét. Ezt egy rugókra felfüggesztett, instabil talajt modellező platón vizsgáljuk. Az ultrahang-vezérelt rendszert vizsgálat közben vagy a platóra irányítjuk, annak rezgéscsillapodási adatainak vételére, vagy a test fontos szegmenseire helyezett markerekre irányítva a kompenzáló törzs-, és végtagmozdulatokat detektáljuk.



7. ábra. A talaj hirtelen kibillentésének gyakorlata

A járás, egyensúlyozás, propriocepciók képességek mérését elsősorban sportolóknál végezzük gyakrabban, de az alsóvégtagi kórképek, műtétek (pl: protézisek) miatt megváltozott járás, testhelyzet érzékelés mérésére, esetenként fejlesztésére az egészségügyben is használatos.

V. Az egyensúlyvizsgálatok a neurológiában használatos Romberg és Unterberger(Fukuda) tesztek digitalizált változatai. A nyitott és csukott szemmel végzett álló és helybenjáró gyakorlatok közben a fejtetőre és a vállökre helyezett markerek detektálásával pontosan megállapítható a fej-test kilengése, vakjárás során a előrehaladás és a szögelfordulás mértékei.



8. ábra. A Romberg-teszt vizsgálata és egy Fukuda-teszt eredménye

Ezen adatokban való eltérések jellemzőek bizonyos kórképekre, amely diagnosztikai értékű is lehet, de itt is a nyomonkövetéssel, ismételt vizsgálatokkal pontosan számon tartható az állapot változása.

VI. A felső és alsó végtagok tesztjei általában egy bizonyos ízület mozgástartományait vizsgálják az ultrahang-vezérelt rendszerrel, de talán itt is a neurológiai tesztek az érdekesebbek, ahol is a komplex mozgások során például vizsgálhatók a célramutatós tesztek, orr-ujjhegy próba, pro-supinációs tesztek, tremor-kézzremegés tesztek.



9. ábra. Pro-supinációs teszt

Ahogy a felsorolás elején említettem, ezek a mérési metódusok általában szimultán használatosak: egy gerincvizsgálat során természetesen elvégezhető például a talpnyomás-eloszlás mérése is, hiszen egy egyoldali lúdtalp is lehet felelős egy gerincferdülésért. Az eredményeket komplexen együtt értelmezve lehet a legpontosabb következtetéseket levonni.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az egészségügyben az állapot felmérése, szűrővizsgálatok, diagnózisok alátámasztása, rehabilitáció megtervezése, gyógyászati segédeszközök beállításának véleményezése, nyomon követés ismételt vizsgálatokkal, a rehabilitációs munka eredményességének vizsgálata kiemelten fontos.

A sport és egészségmegőrzés területén szintén az állapotfelmérésre, különböző terheléses vizsgálatokra, a sportág tulajdonságaiból adódó megerőltetések, egyoldalú terhelések miatt kialakult eltérések kimutatására szolgálhat. Ismételt vizsgálatok során az edzés hatékonyságának nyomon követésére használható a felkészülés több időpontjában elvégzett mérésekkel.

A kutatás, fejlesztés területén mindezek ötvözésével folynak vizsgálatok, több kórkép és ezekhez kapcsolódó eljárás van górcső alatt, érdekes célcsoportok bevonása, speciális képességek tesztelése volt több PHD, vagy diplomamunka témája. Itt rengeteg lehetőség van még kihasználatlanul a kutatásra vágyó tudósoknak, hallgatóknak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] ILLYÉS Árpád-KISS Rita-KOCSIS László: Mozgásszervek biomechanikája, TERC, Budapest, 2007.