

XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

KÍSÉRLETI BERENDEZÉS FEJLESZTÉSE TÉRD PROTÉZIS VIZSGÁLATHOZ

BALASSA Gábor Péter, dr. M. CSIZMADIA Béla, KATONA Gábor

Abstract

The biomechanics is multidisciplinary science of biology and mechanics. This science describes the mechanical motions of human body. The knee has been researched by the Biomechanical Research Team of the Szent István University for a long time. An experimental apparatus was built by them. Its is suited for taking measurements on cadaver knees. The designing of new generation of prostheses is based on the measurements made on the apparatus. It is needed to test the new prosthesis. A new part was designed to the experimental apparatus to make suitable for testing and qualification. The motions of the prosthesis and the cadaver knee are comparable on the results of the measurements made on this accessory apparatus. During the measurements the rotation of the tibia was analyzed as the function of flexion. The right functioning of the prosthesis can be defined by these properties.

Keywords:

knee, kinematics, prosthesis, experimental apparatus

Összefoglalás

A biomechanika a biológia és a mechanika multidiszciplináris tudománya, mely az emberi mechanikai mozgásokat írja le. Ezen belül a térdízülettel a Szent István Egyetem Biomechanikai Kutatócsoportja hosszabb ideje foglalkozik. Kutatásaik során elhunyt személyek térd ízületének (cadaver) vizsgálatára alkalmas berendezést terveztek. Az eszközzel végrehajtott kísérleti mérések képezték egy új generációs protézis kifejlesztésének alapját. Az új térdprotézis prototípusának legyártása után szükségessé vált annak tesztelése. A meglévő berendezéshez egy kiegészítő konstrukciót terveztünk, mely a készüléket alkalmassá tette térd protézis vizsgálatra és minősítésre. Az átalakított készülékkel végzett méréssorozatok alapján összevethető a protézis és a cadaver térd mozgásállapota. A mérések során a lábszár rotációját a behajlítási szög függvényében vizsgáltuk. Ezen jellemzők alapján alapvetően definiálható a protézis megfelelő működése.

Kulcsszavak:

térd, kinematika, protézis, kísérleti berendezés

1. Bevezetés, célkitűzés

Napjaink egyik jelentős ortopédiai problémája a térdízületben keletkező elváltozások kezelése. Az ízületekben a csontok egymás közötti súrlódásmentes mozgását az ízületi felszíneket borító porcszövet, és az ízületi üreget kitöltő ízületi folyadék biztosítja. A porcszövet kopása (arthrózis) a derékfájást és a csontritkulást követően világszerte a harmadik leggyakrabban előforduló mozgásszervi megbetegedés. Annak ismerete, hogy az íz-felszíneket mind minőségben, mind mennyiségben milyen erőhatások érik, valamint ezeknek az igénybevételeknek a tükörporcra gyakorolt mechanikai és koptató hatása hogyan befolyásolja a szerv működését, igen nagy segítség lehet az ízületi betegségek megelőzésében, ill. kezelésében is. Gyógyíthatatlan arthrózis esetén protézis beültetése válhat szükségessé. A jelenlegi protézisek nem valószínűsítik meg a térdízület valóságos mozgását. Ezért ennek a mozgásnak a pontos ismerete elengedhetetlen a jó protézis megalkotásához.

A térdmozgás vizsgálatával a Szent István Egyetem Biomechanikai Kutatócsoportja hosszabb ideje

foglalkozik. A csoport a hulla (cadaver) térden történő méréshez dolgozott ki kísérleti mérőeszközt. Közben egy orvosprofesszor [3] – a kísérleti berendezésben végzett mérések eredményeit is felhasználva – egy új térdprotézist szabadalmaztatott, így felmerült az igény a cadaver térd mozgás és a kifejlesztett protézis mozgásának összehasonlítására.

Jelen tanulmány célja egy protézisvizsgáló berendezés tervezése, illetve a SZIE kísérleti berendezésének alkalmassá tétele protézis vizsgálatára is. A célkitűzésünk, egy olyan készülék tervezése volt, amely a mozgatót egyszerű mechanizmusok alkalmazásával valósítja meg, könnyen beállítható, diszkrét mérési értékeket tesz lehetővé, és a továbbfejlesztési lehetőséget is magában foglalja. A protézisnek egy – a felületek által – előre meghatározott mozgást kell követnie (térd rotáció-abdukció [4]). A készülék kialakításának olyannak kell lennie, hogy ezt az összetett mozgást szabadon megengedje és ne akadályozza.

2. Módszer

A térdízületet alkotó, egymáson elmozduló combcsontfej és lábszárcsontfej különleges geometriájúak. Nem hengerfelszint alkotnak, hanem több irányban is folyamatosan változó görbületi sugárral rendelkező felületek, amelyek a lábszárnak a combcsonthoz viszonyított mozgását egy térdbehajlítás során meghatározzák. Ez a mozgás három jellemzővel írható le: hajlítás, rotáció és oldalirányú kitérés (abdukció).

Egy protézis a térdízület mechanikai modellje. Jó protézis létrehozása során kézenfekvőnek látszik, hogy egy átlagosnak számító térdízület CT vagy MRI segítségével kapott képéből megépítjük a modellt. Ugyanakkor a femur és a tibia csontszöve nem tekinthető merev anyagnak és a két csont között elhelyezkedő meniskus sem merev felépítésű. A protézis titánból és műanyagból áll, így egy olyan protézisre van szükség, amely a természetes és a mesterséges anyagok eltérő tulajdonságaiból adódó problémákat kompenzálva a valós mozgás megvalósítását biztosítja. Következés képpen nem geometriai modellt, hanem kinematikai - kinetikai modellt kell létrehozni.

A protézis vizsgáló berendezés részletesebben megfogalmazott célja, hogy a protézis bemérése során összehasonlítható legyen a létrejövő mozgás a cadaver térden mért mozgásokkal. A készülékkel szemben támasztott alapvető követelmény, hogy a lábszárcsont combcsonthoz viszonyított mozgását semmilyen módon ne korlátozza, hiszen a protézis-felszín által létrehozott mozgást akarjuk megismerni. Az eredetileg kialakított kísérleti berendezés felhasználásával a tervezés során meg kellett valósítani a rotáció mérhetőségét a behajlítás során. A mérőeszköznek nagy sorozatú mérést kell biztosítania, pontos ismétlésekkel, hogy a jelenség mind alaposabb megismerésével elősegítse a térd protézis fejlesztését.

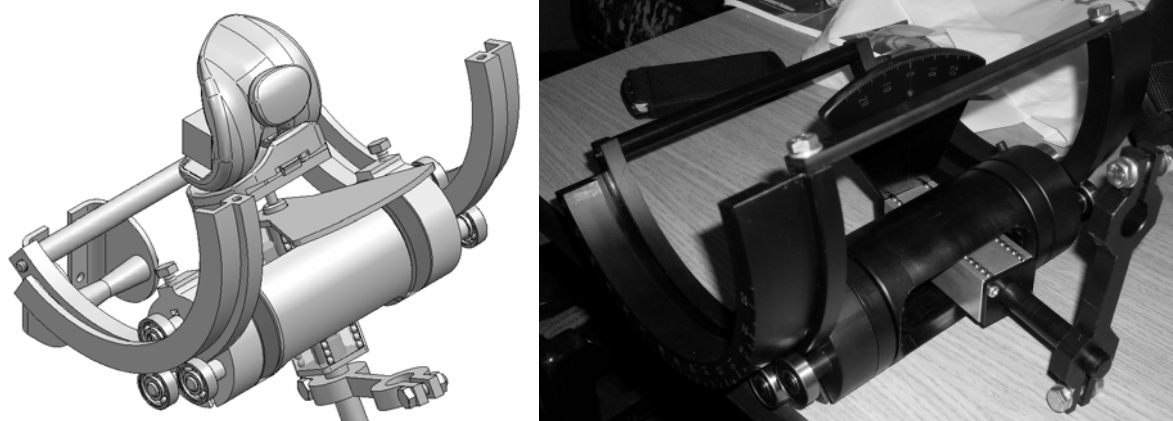
3. A készülék, eredmények

A készülék poliamidból készült, a gyors gyárthatóság érdekében. Kialakítását tekintve szimmetrikus berendezés, kétoldali vezetőpályával van ellátva. A pálya szükségessége a folyamatos terhelésfelvitellel, és protézis egybentartásával indokolható. Az összetett mozgás egyes részeit megvalósító szerkezeti elemek:

- Behajlítás: T keresztmetszetű vezetőpálya;
- Lábszárcsont behajlítás és oldalirányú kitérés: lineáris csapágyazás;
- Rotáció: lineáris csapágyazású alkatrészben elhelyezett tűgörgős csapágyazású tengely

Az említett tengely mereven van rögzítve a protézis lábszárcsonti komponenséhez, így a tengely a lábszárcsont modellje. Egy térdbehajlítás során egyedül a hajlító erőt vezéreljük, a többi mozgás a konstrukcióból adódóan szabadon, a protézisfelszín által meghatározottan képes létrejönni.

A készülék tervezése során korszerű mérnökinformatikai rendszereket alkalmaztunk. A protézisvizsgáló berendezés egyes alkatrészeinek egymáshoz viszonyított megfelelő kényszerezése segítségével már a 3D modellbe beillesztett protézisen is elvégezhetőek az előzetes ellenőrző mérések.



1. ábra. A készülék 3D modellje és a legyártott berendezés



2. ábra. A méréshez előkészített készülék

A készüléket úgy alakítottuk ki, hogy minden egyes protézishez egyedileg lehessen hitelesíteni. A mérés során a rotációt mérjük a behajlítás során, amelyre a következő megoldásokat választottuk:

A behajlítási szögeket a vezetőpálya oldalán olvashatjuk le 5°-os osztásban, míg a rotáció értéke egy gravírozott skálán mérhető, lézermutató felhasználásával. Ez utóbbi 1°-os osztásban olvasható le.

A megtervezett, legyártott és beállított készülékkel a fejlesztés alatt levő protézissel kapott mozgásokat

megmértük és összehasonlítottuk a cadaver térden korábban mért és publikált eredményekkel. A kapott eredmények az orvoscsoporthoz részére lehetővé teszik több lépésben a protézis geometriájának módosítását. A protézis fejlesztése jelenleg is folyamatban van, felhasználva az itt bemutatott berendezést.

4. Összefoglalás

Munkánk célja egy jelenleg a kutatásban alkalmazott kísérleti vizsgálóberendezésnek térd protézis vizsgálatára alkalmassá tétele. Ezt további kutatás eredményeként protézis minősítésre is felhasználhatjuk. A korábbiakban megfogalmazott rotáció mérési problémát a tervezett készülék megvalósítja. Itt elsősorban konstrukciós kérdések merültek fel, amely kapcsán szem előtt kellett tartani a szerelés-helyes konstrukció kialakítását és a gyárthatóságot. Az alkatrészek bonyolultságából adódóan korszerű gyártástechnológiákat kellett alkalmazni úgy, mint többtengelyes CNC megmunkáló központokat. A meglévő konstrukciót oly módon egészítettük ki, hogy az eredeti vizsgáló berendezésből a legtöbb használható alkatrészt felhasználtuk. Ezáltal költséghatékonyá tettük a kiegészítő konstrukciót és növeltük a kutatómunka gazdaságosságát.

A készülék univerzális kialakításából adódóan bármely kutatócsoport által fejlesztett térd protézis vizsgálható. A készülékkel végzett mérési eredmények összehasonlíthatóak a cadaver térden végzett mérési eredményekkel, így igazolható a protézis megfelelő funkcionális működése. A berendezés kialakításával egy - a mérnöki és az orvosi gyakorlatban globálisan alkalmazható - térd protézis vizsgáló berendezést sikerült létrehozni.

Irodalom

- [1] dr. M. Csizmadia Béla, dr. Bíró István, Katona Gábor, Szakál Zoltán, *A térdízület számítógépes megjelenítésén alapuló stereotaxisos navigációs műtéti eljárások*, NKFP/1B/0009/2002 kutatási jelentés
- [2] dr. M. Csizmadia, Nándori Ernő, *Modellalkotás*, Nemzeti Könyvkiadó, Budapest – 2002
- [3] Kristóf Andrónyi, Gábor Katona, Gábor Krakovits, *Modeling human knee kinematics*, Proceedings of the Third Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest, July 4-5, 2008, p. 5-12, ISBN 978 963 06 4307 8
- [4] Bíró I., Csizmadia B. M., Katona G., *New approximation of kinematical analysis of human knee joint*, Bulletin of the Szent István University, ISSN 1586-4502 2008, p. 330-338
- [5] Dr. Tellényi Márta, *A sportmozgások anatómiai alapjai*, Budapest, 1980

Balassa Gábor Péter, egyetemi hallgató – balassag@gmail.com
M. Csizmadia Béla, egyetemi tanár CSc – csizmadia.bela@gek.szie.hu
Katona Gábor, egyetemi adjunktus MSc – katona.gabor@gek.szie.hu
Szent István Egyetem - Gépészmérnöki Kar
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1., Hungary
Tel:+36-28-522-000