

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania

XXI. Nemzetközi
Gépészeti Találkozó



21st International Conference
on Mechanical Engineering

Conferința Internațională
de Inginerie Mecanică
ed. a XXI-a

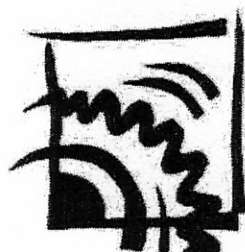
OGÉÉT 2013

Arad, 2013. április 25-28.

Arad, April 25-28, 2013

Arad, 25-28 aprilie 2013

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania



OGÉT 2013

XXI. Nemzetközi Gépészeti Találkozó

**21th International Conference
on Mechanical Engineering**

**Conferința Internațională
de Inginerie Mecanică, ed. a XXI-a**

Arad, 2013. április 25. – április 28.
Arad, April 25 – April 28, 2013
Arad, 25 aprilie – 28 aprilie 2013

Kiadó / Publisher / Editura

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania

Szerkesztő / Editor

Dr. Csibi Vencel-József

Nyomdai előkészítés / Desktop publishing / Tehnoredactare

Prokop Zoltán

Nyomda / Print / Tipografia

INCITATO. Kolozsvár / Cluj

A konferencia szervezője

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Gépészeti Szakosztály

Organizer

Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Mechanical Engineering Department

Organizator

Societatea Maghiară Tehnico-Științifică din Transilvania
Departamentul de Inginerie Mecanică

Társszervezők / Co-organizers / Co-organizatori

Kolozsvári Műszaki Egyetem (UTCN), Mechatronika és Gépek Dinamikája Osztály
MTA – Kolozsvári Akadémiai Bizottság
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, Győr
Pannon Egyetem, Veszprém
Kecskeméti Főiskola
Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest
Univ. Sapientia EMTE, Műszaki és Humántudományok Kar, Marosvásárhely / Tg. Mureș
AGIR, Filiala Cluj – Romániai Általános Mérnök Egyesület, Kolozsvári Fiók

A konferencia elnöke / Chairman / Președintele conferinței

Dr. CSIBI Vencel-József

A konferencia tudományos bizottsága / Scientific committee / Comitetul științific

Dr. CSIBI Vencel-József
Dr. ÁBRAHÁM György
Dr. BARABÁS István
Dr. BEJAN Mircea
Dr. DUDÁS Illés
Dr. HORVÁTH Sándor
Dr. KAMONDI László
Dr. KUNDRÁK János
Dr. NAGY Vince
Dr. PÁLFFY Károly
Dr. TIMÁR Imre

Támogatók / Financial Support / Cofinanțatori

Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt. – Budapest / Budapesta

	Atomerőművi berendezések élettartam becslése determinisztikus és valószínűségi módszerrel Life Estimation of Nuclear Power Plant Components by Deterministic and Probabilistic Methods	205
38	KOVÁCS Ádám	
	Eltérő szerszámanyagok hatása a fröccsöntött darabok tulajdonságaira Effect of Different Mould Material on the Properties of Injection Moulded Parts	209
42	KOVÁCS Norbert Krisztián, TÁBI Tamás	
	Magas széntartalmú acél fűrészlapok TIG hegesztése High Carbon Steel Saw Tig Welding	213
46	KOZMA Bálint, SIMON Gergely	
	Belső anyagstruktúrák geometriai modellezése Geometric Modelling Methods of Material Structures	216
50	KOZMA István, ORBULOV Imre Norbert	
	A súrlódási tényező egyszerűsített meghatározása a lenyomat alapján Simplified Determination of the Friction Coefficient Based on Abrasion Mark	220
54	KOZMA István, TANCSICS Ferenc	
	Lebomló polimer interferencia csavar vizsgálata a pH-változás függvényében Biodegradable Polymer Interference Screws Examination Depending on the pH Change	224
58	KÖVESI AdriennGalabács Gábor	
	BOGNÁR Eszter, ERDÉLYI Gábor	
	Hegesztett kivitelű forgószámló optimális tervezése az EN 13749 szabvány figyelembevételével Optimal Design of Welded Bogies Consiedering the EN 13749 Standard	228
62	KULCSÁR Tamás, TIMÁR Imre	
	Kísérleti célú villamos meghajtású agglomerációs jármű járműirányítási rendszerének fejlesztése Development of Vehicle Control System for Experimental Electric Vehicle	231
66	KUSLITS Márton	
	Nem szimmetrikus profilú rugalmas kötések vizsgálata Analytical Study on Compliant Joints with Asymmetrical Profiles	234
70	LATES Daniel, NOVEANU Simona, ZAH Mihai, CSIBI Vencel	
	Intelligens palettázó rendszer Intelligent Palletizing System	238
74	LÉNÁRT József, ANTAL Dániel	
	Az oktatás minőségének fejlesztése és a DPR kapcsolata Improve the Quality of Education and the Relationship with DPR	241
78	LENDVAY Marianna	
	Egyszerűsített napelemvizsgálati módszer kifejlesztése Development of Simplified Photovoltaic Test Method	245
83	LŐRINCZ Illés, SZAUTER Ferenc, VERES László	
	Első lépések a térdprotézis-minősítés módszerének kidolgozásához The First Steps to the Development of the Knee Prosthesis Rating Method	249
87	M. CSIZMADIA Béla, BALASSA Gábor Péter, KATONA Gábor	
	Fémgömbhéj erősítésű fémhabok mikroszerkezeti tulajdonságai Microstructural Properties of Metal Hollow Sphere Reinforced Metal Foams	253
90	MÁJLINGER Kornél, ORBULOV Imre Norbert	
	Virtuális műtárgy-rekonstrukció Virtual Piece Rekonstruction	257
94	MAJOROS Melinda, VARGA Eszter	
	Műszaki polimer anyagok viselkedése abrázíós körülmények között Friction Behaviour of Polymers in Abrasion Conditions	261
	MÁTÉ László	
98	Az Archimédész-féle spirális vezérgörbájű fogazat hordképének lokalizációja a tangenciális eltolás megfelelő beállításával The Localisation of the Contact Pattern by spur Gears with Archimedean Tooth Line by Setting of the Tangential Displacement	265
201	MÁTÉ Mártonegyetemi, HOLLANDA Dénes, TOLVALY-Rosca Ferenc, POPA-Müller Izolda	

Első lépések a térdprotézis-minősítés módszerének kidolgozásához

THE FIRST STEPS TO THE DEVELOPMENT OF THE KNEE PROSTHESIS RATING METHOD

Prof. Dr. CSc M. CSIZMADIA Béla, BALASSA Gábor Péter, KATONA Gábor

Szent István Egyetem, Mechanikai és Géptani Intézet, Gödöllő
2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1., Hungary, tel: +3628522000, fax: +3628522080, www.gek.szie.hu
csizmadia.bela@gek.szie.hu, balassag@gmail.com, katona.gabor@gek.szie.hu

ABSTRACT

During the implantation of the knee prosthesis, the surgeon can choose from prostheses of a wide variety of manufacturers and sizes. But there is no metric which determines the goodness of them. In this paper an apparatus for the classification of knee prosthesis is presented. The measurements of the rotation values provided by knee prosthesis are allowed by the apparatus. These can be compared with the measured values of the cadaver human knee. The prosthesis is classified by the rate of the sameness. At the same time the first experimental results are reported as well.

ÖSSZEFOGLALÓ

Térdprotézis beültetése során az operáló orvos sokféle gyártó, különböző méretű protézise közül választhat. De nincs olyan mérőszám, amely a protézis jóságát meghatározná. Jelen cikkünkben a térd protézisek minősítésére szolgáló készüléket mutatjuk be. Ez a térdprotézis által biztosított rotáció-flexió értékeinek mérését teszi lehetővé. Ezt hasonlíthatjuk össze emberi térden mért függvényekkel, amely azonosságának mértéke minősíti a protézist. Egyben beszámolunk első kísérleti eredményeinkről is.

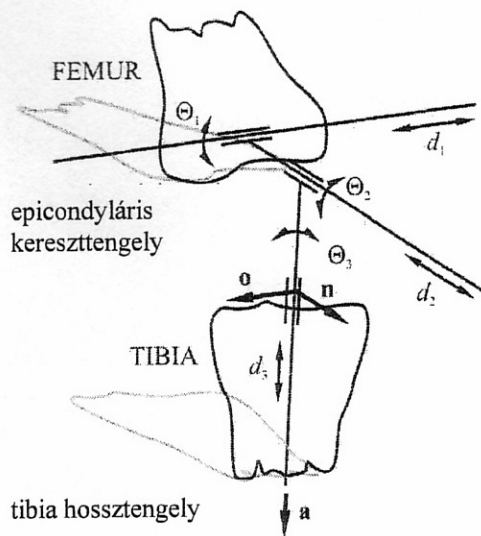
Kulcsszavak: biomechanika, térd, protézis

1. MIKOR JÓ EGY PROTÉZIS

A térdízület – gépészeti szempontból – egy bonyolult, térbeli mechanizmussal modellezhető [1]. Vizsgálataink során mozgásviszonyait egy háromhengeres, elvben hat szabadságfokú, térbeli rúdszerkezettel írtuk le (1. ábra). A térd behajlítása során azonban a valós szabadságfokok száma változik. Ez a kezdeti szakaszban csupán egy. A térd behajlítását vezérelhetjük, a többi mozgás az *ízületi felszínek által kényszerített*.

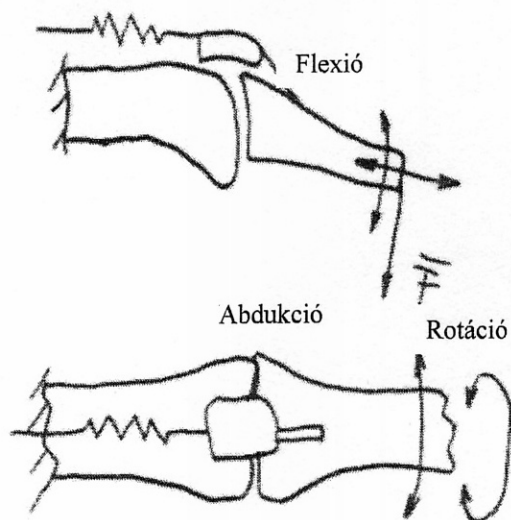
A térdmozgás három jellemzővel írható le: behajlítás (flexió), lábszártengely körüli elfordulás (rotáció) és oldalirányú kitérés (abdukció). A kényszerített transzlációs mozgások is léteznek, ezek szerepe azonban másodlagos.

Térdprotézis beültetése során az operáló orvos sokféle gyártó, különböző méretű protézise közül választhat. Nincs azonban olyan mérőszám, amely a protézis jóságát meghatározná, a protézist minősítené. De mi határozza meg a protézis minőségét? Nem az ép ízületi felszínekhez viszonyított geometriai hasonlóság, hanem az, hogy mennyire biztosít a protézis ugyanolyan mozgásviszonyokat, mint amelyet az eredeti térdízület biztosított. Ezen kívül a protézis anyaga, kopása is lényeges szempont, de a jelen cikkben csak a kívánt mozgás létrehozásának mértéke szempontjából minősítjük a protéziseket. A kényszerített mozgások közül is elsősorban a rotáció nagyságának és a behajlítás közbeni változásának az egyezése a legfontosabb. Ennek oka az, hogy a lábszár rotációja feltehetően a mozgás stabilitása miatt létezik.



1. ábra

Háromhengeres mechanizmus

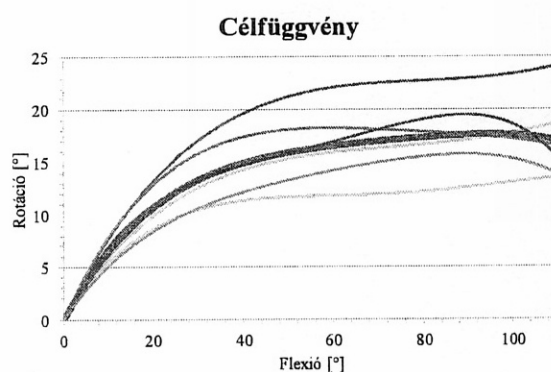


2. ábra

A térdízület mozgásformái

2. CÉLKITŰZÉS

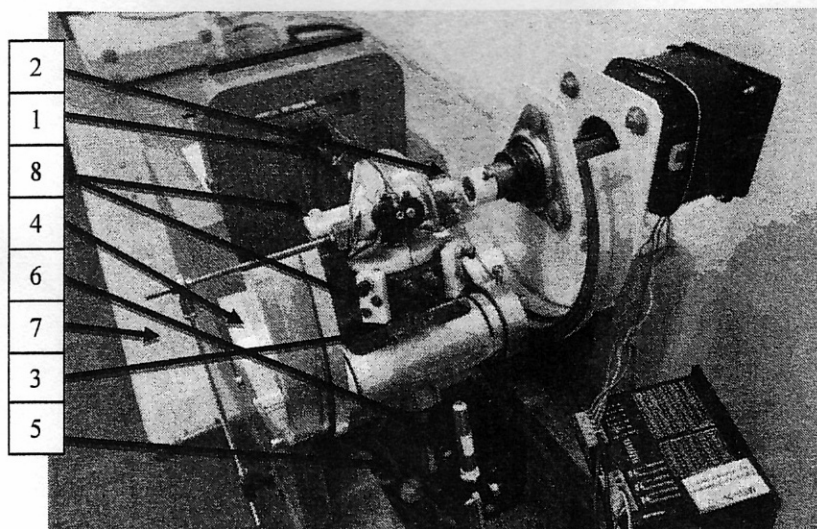
A protézis által létrehozott rotáció jóságának megítéléséhez először is ismerni kell, mekkora legyen ez a rotáció. Kutatócsoportunk erre vonatkozóan az elmúlt években emberi térdeken végzett méréseket. Ehhez egy speciális mérőberendezést hoztunk létre [2], amely elhunyt személyek térdein (cadaver) történő méréseket tett lehetővé. Itt – többek között – lábszárcsont rotációját mértük a szabad behajlítás függvényében. A nagyszámú, sok emberen végrehajtott méréseink és az irodalomban közölt, igen nagy szórást mutató mérési eredmények alapján megállapítottuk [3], hogy a kapott flexió-rotáció görbék több paraméter függvényei. Természetesen függenek a vizsgált embertől (minden esetben egészséges térdet vizsgáltunk), a mozgás fajtájától, a kísérleti berendezéstől, a vizsgálati módtól, a mérő-adatgyűjtő rendszertől és nagymértékben a kiértékelés módjától is. Ez utóbbinál a vonatkoztatási rendszer felvételi módja döntő jelentőségű. Mi egy anatómiai koordináta-rendszerhez viszonyítottuk a mozgásokat [3]. Ezen mérések eredményeként meghatároztunk egy átlagos flexió-rotáció görbét (3. ábra), amely 20-50 év közötti, egészséges térdű férfiakra vonatkozik, adott körülmények közötti mérések, azonos protokoll szerinti kiértékelése mellett [3]. Ezt tekintettük a protézis minősítéséhez célfüggvénynek.



3. ábra. A célfüggvény és annak szóródása

Célkitűzésünk egy olyan protézis-minősítő berendezés készítése volt, amely lehetővé teszi a protézisen mért mozgásjellemzők összehasonlítását a célfüggvénnyel és ennek alapján egy minősítést. A készülék tervezésének alapkonceptiója az volt, hogy a mérőberendezés, és a mérési valamint a kiértékelési módszer egyezzen meg a célfüggvényt meghatározó cadaver térd és a protézis-méréseken a minél jobb összehasonlíthatóság érdekében.

3. A MINŐSÍTŐ BERENDEZÉS LEÍRÁSA



4. ábra. A protézis minősítő berendezés

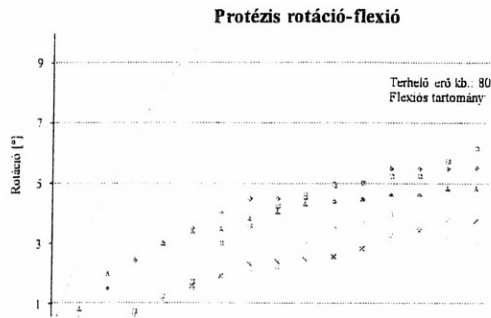
Első feltétel tehát az, hogy a minősítő berendezés a kísérleti berendezés része legyen (4. ábra). Ez biztosítja, hogy azonos mozgásfajtát vizsgálunk meg: a kinyújtott térd önsúly hatására történő behajlítását, amit a combizom vezérel. Így a terhelésnek (1) és változásának, valamint a behajlítás megvalósításának módja mindkét esetben azonos. A terhelést egy, a cadaver térdeknél is alkalmazott gumi izommodell [2] biztosítja, a mozgatót pedig egy adott irányú, a lábszárcsonk végén működtetett erőhatás hozza létre. A minősítő berendezést kiegészítettük még egy léptetőmotor beépítésével (2), amely szükség esetén a $70-80^\circ$ – ot meghaladó behajlítást is biztosítja. A minősítő berendezésen a lábszárat modellező rúd szabad mozgását lehetővé tettük. Erre azért volt szükség, mert az adott mozgásfajtnál a lábszár mozgását csak a combizom, az önsúly és a térdízület ízfelszínei határozzák meg. Ezt többirányú hengeres és síkcsapágyazással valósítottuk meg (3). A behajlítás vezérlését egy íves pálya biztosítja (4), amelyhez viszonyítva kellett a szabad mozgást megvalósítani.

A célkitűzésekben felsorolt utolsó két szempont azonosságát, a mérő rendszerét és a kiértékelés módját, kell még elemeznünk. A rotáció mérését a minősítő berendezésen közvetlen, lézeres méréssel (6) valósítottuk meg. A velőúr irányát modellező lábszármodellhez (5) rögzítettük a protézis megfelelő elemét (tibia plató). Az, hogy ez azonos jellemző legyen a cadaver térden mérhető értékekkel, a vonatkoztatási rendszernek meg kell egyeznie. Ezt az anatómiai koordináta-rendszert egy igen összetett módszerrel lehet a cadaver térden meghatározni [3]. Az operáló orvos egy meghatározott, segéd készülékekkel biztosított protokoll segítségével ülteti be a protézist úgy, hogy annak ízfelszínei a páciens anatómiai rendszeréhez kapcsolódjanak. Ennek a protokollnak a részletes elemzése és Andrónyi Kristóf sebészorvossal történt konzultáció alapján a protéziseket a minősítő készülékbe úgy építettük be, hogy a protézis íz-felszínei az anatómiai koordináta-rendszerhez viszonyítva megfelelően helyezkedjenek el. Ehhez egy hitelesítő segédberendezést (7) is meg kellett tervezni és valósítani, amellyel beállítható a „hengeres protézishez” (zsanér) tartozó zérus rotáció.

A megvalósított berendezés alkalmas különböző méretű, gyártmányú, valamint u.n. keresztszalag megtartó ill. pótló protézisek minősítésére is. Ezt a befogó szerkezet (8) megfelelő kialakításával biztosítottuk.

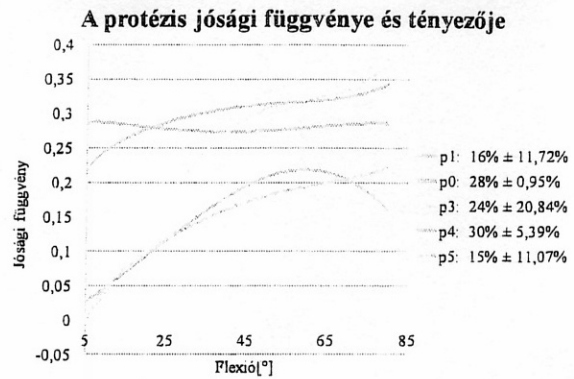
4. ELSŐ MÉRÉSI EREDMÉNYEK, MINŐSÍTÉSI MÓDSZER

A minősítő berendezés hitelesítése után öt különböző típusú és méretű protézisen mértük a protézis által megvalósított rotációt a behajlítási szög függvényében (5. ábra). A méréseket hatszoros ismétléssel végeztük, azok átlagértékeit rajzoltuk a diagramba. A minősítésre kiválasztott protéziseket páciensekből távolították el, mivel protézis cserére szorultak. Az 5. ábrába berajzoltuk a célfüggvényt is, amely szerint láthatóan a várt és a protézissel megvalósított rotáció jelentősen különbözik.



5. ábra

Rotáció mérési eredményei protéziseken



6. ábra

A protézisek jósági függvénye

Ahhoz, hogy a protézisnek a mozgás megvalósítására vonatkozó minőségét jellemezzük, bevezettünk egy egyszerűen értelmezett jósági függvényt, amely a célfüggvény szerinti rotáció százalékában adja meg a protézissel létrehozott rotációt (6. ábra):

$$\kappa(\varphi) = \frac{\rho_{pr}(\varphi)}{\rho_{cél}(\varphi)} \quad (1)$$

ahol:

$\rho_{pr}(\varphi)$: a protézis rotációja a flexió függvényében

$\rho_{cél}(\varphi)$: a cadaver célfüggvény rotáció értéke a flexió függvényében.

Egy-egy ilyen függvény átlagaként értelmezhetjük az adott protézishez tartozó jósági tényezőt, amelyet az ábrába beírtunk, amelyet egy flexió tartományhoz rendelhetünk, esetünkben 5 - 80° - ig. A jósági tényező mellett még az u. n. egyenetlenségi fokot is értelmezhetjük, amely 95%-os valószínűséggel adja meg a jósági fok hibahatárát:

$$E = 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\kappa_i - \bar{\kappa})^2}{n-1}} \quad [\%]. \quad (2)$$

Ez is jellemezheti a protézis minőségét.

A protézis minősítésével kapcsolatos vizsgálatainkat a rotációt befolyásoló tényezők és azok hatásainak elemzésével folytatjuk.

5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] I. Bíró, B. M. Csizmadia, G. Katona (2008): Determination of instantaneous axis of rotation of tibia and its role in the kinematical investigation of human knee joint. 57-62. p. In: Borbás L. (Szerk.): *Proceedings of the Third Hungarian Conference on Biomechanics*, Budapest: Magyar Biomechanikai Társaság, 424 p.
- [2] Szakál Z. (2006): Mérőberendezés térdízület mozgásvizsgálatához. *GÉP*, LVII (1) 37-40. p.
- [3] G. Katona, B. M. Csizmadia, I. Bíró, K. Andrónyi, G. Krakovits (2010): Motion analysis of human cadaver knee-joints using anatomical coordinate system. *Biomechanica Hungarica*, 3 (1) 93-100. p.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0011 „A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen” c. pályázat támogatásával valósult meg.

OCT 2013

EMT

ISSN 2068-1267