



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

ELHUNYTBÓL ELTÁVOLÍTOTT SZTENT VIZSGÁLATI METODIKÁJA

LENGYEL Ákos, KERTÉSZ Anna, BOGNÁR Eszter,
MICSIK Tamás, DÉVÉNYI László

Abstract

Thanks to the development of modern medicine, several tools and methods are available for physicians to be applied for risk reduction and maintenance of blood flow in patients with cardiovascular diseases, which in turn can prolong our lives. Over the past 30 years, the usage of the so-called stents became a routine in interventional cardiology to reduce the mortality and morbidity in acute myocardial infarction and in ischemic heart disease.

The stent is a tubular mesh shaped implant made of biocompatible material. The stent is implanted into the narrowed section of the artery (stenosis) to restore the original diameter of the vessel and thus to maintain blood flow. As stenting is the gold standard method for unstable angina and the incidence of cardiovascular diseases is very high, more and more people undergo stent implantation. Therefore the reliability and lifetime of stents have become a matter of life and death.

In our research investigation of stents explanted from corpses was prepared and planned. High resolution images of a section of the stented coronary are going to be taken with X-ray. The relationship between the plaque and the stent; the deformation of the stent geometry compared to its theoretical shape due to the plaque and the effect of the stent position; its distortion on the loads and mechanical properties of the stent can be examined this way. The method of the planned investigation is described in this article.

Key words: Stent, X-ray imaging, stent-plaque interaction

Összefoglalás

Napjainkban a modern gyógyászat fejlődésének köszönhetően olyan eszközök és módszerek állnak az orvosok rendelkezésére, amelyek sikeres alkalmazása akár több évtizeddel is meghosszabbíthatja életünket. Az elmúlt 30 évben a folyamatosan emelkedő tendenciát mutató szív- és érrendszeri megbetegedés kezelésében az úgynevezett sztentek alkalmazása bevált gyakorlattá vált. A sztent egy olyan biokompatibilis anyagból készült hálós cső, amelyet „összenyomott” állapotban egy katéter segítségével helyeznek be az érszűkület helyére, majd ott azt egy nagy nyomású ballonnal kitérítve rekanalizálják a szűkült érszakaszt és ezáltal biztosítják a vér (zavartalan) keringését. A sztentek feltalálásuk óta hatalmas fejlődésen mentek keresztül, ennek köszönhetően napjainkra alkalmazásuk rutinszerűvé vált a kardiológiában. Egyre több ember esik át sztent-műtéten, így a sztentek megbízhatósága és élettartama kulcsfontosságúvá vált. Koszorúersztentek esetében több olyan publikáció jelent meg az elmúlt 5 évben, amely jóval a beültetés után bekövetkező sztenttörésről számol be. A sztenttörések komoly problémát jelentenek, hiszen a törés során keletkező éles töretfelület könnyen megsértheti az érfalat. Egyes források szerint bizonyos típusú hatóanyag-kibocsátó sztentek alkalmazása során az esetek 29%-ban következik be sztenttörés [1,2]. Ez a nagy törési arány teszi indokolttá a jelenség komolyabb vizsgálatát.

Kutatásunk során elhunytakból explantált, sztentet tartalmazó koszorúerszakaszok nagyfelbontású röntgenvizsgálatát tervezzük elvégezni. Ennek a roncsolásmentes vizsgálati módszernek az alkalmazása lehetővé teszi, hogy képet kapjunk a sztent érszakaszon belüli pozíciójáról, a sztent és az érlemezésedés során kialakuló plakk kölcsönhatásáról. Ezek alapján következtethetünk a sztent pozíciójának szerepére a sztent használat során végbemenő károsodásában. Ez a rendkívül felelősségteljes vizsgálat előkészületeket igényel, így első feladatunk a vizsgálat metodikájának kidolgozása.

Kulcsszavak: Szent, Röntgensugaras anyagvizsgálat, Szent-plakk kölcsönhatás

1. Bevezetés

Napjainkra egyes szív- és érrendszeri megbetegedések kezelésére rutinszerű eljárássá vált az úgynevezett sztentek beültetése. A sztent implantáción átesett betegek számának növekedésével egyre több ember élete függ a sztentek megfelelő minőségétől. Rendkívül fontos kérdéssé vált a sztentek élettartama, hiszen ezeknek az implantátumoknak adott esetben évtizedekig el kell látniuk funkciójukat. Az élő szervezetbe ültetett sztenteknek ehhez megfelelő biokompatibilitással kell rendelkezniük, emellett kémiai és rendkívül összetett mechanikai igénybevételeknek is ellen kell állniuk. Koszorúérsztentek esetén in vivo körülmények között a szívizom és az érfal összehúzódásából adódóan igen jelentős nagyciklusú fárasztó igénybevétel lép fel, amelynek ciklusszáma hetvenkettő percenkénti szívizom összehúzódással számolva megközelítőleg 38 millió ciklus évente. Ez a rendkívül nagy ciklusszám esetenként a sztent károsodásához illetve töréséhez vezethet, amelynek bekövetkezését az igen korrozív közeg még inkább meggyorsítja. Az elmúlt 5 évben több olyan publikáció jelent meg, amely jóval a sztentbeültetés után bekövetkező sztenttörésről számol be [1,2,3]. *Nakazawa* és kutatócsoportja patológiai elemzést készített bizonyos típusú hatóanyag kibocsátó sztenteket vizsgálva, amelynek eredményeként a vizsgált sztentek 29 százalékán figyeltek meg sztenttörést, valamint megállapították, hogy az ér elmeszesedettségének mértéke (a plakk nagysága) hatással van a törések kialakulására [1]. A sztenttörések adott esetben klinikai komplikációkat okoznak, hiszen a létrejövő töretfelület rongálhatja, megsértheti az érfalat, emellett fennáll a trombózis kialakulásának kockázata is. A sztentek élettartamának becslése azonban nehéz feladat, hiszen a probléma rendkívül összetett, így a különböző in vitro fárasztóvizsgálatok és végeselemes modellek elhanyagolásaik miatt pontatlanok.

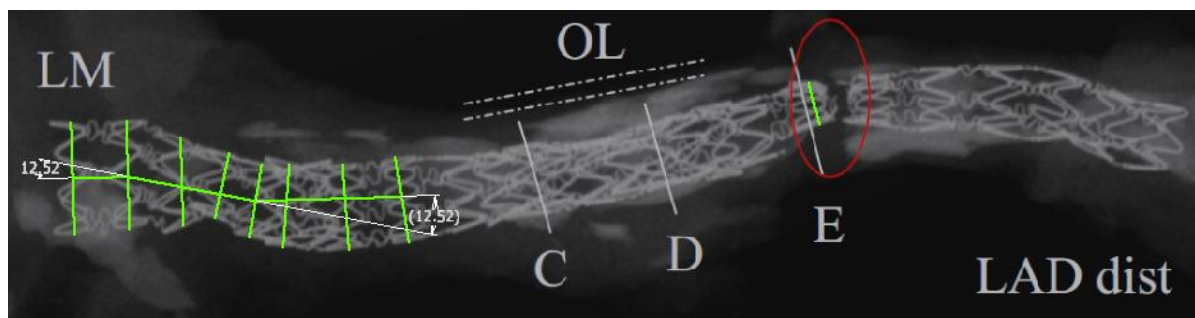
2. Elhunytból explantált sztent vizsgálata röntgensugárral

Kutatócsoportunkkal a sztentek élettartamának becslését az anyagtudomány módszereivel, elhunytakból explantált sztentek vizsgálata útján közelítjük meg, így valós adatokat nyerhetünk a sztent károsodásáról.

Kutatásunk során elhunytak koszorúeréből érszakasszal együtt explantált sztenteket tervezünk megvizsgálni röntgensugár segítségével. A vizsgálat során a sztentről különböző nagyításban felvételeket készítenénk abban a pozícióban, amelyben a sztent és a plakk kölcsönhatása, valamint a sztent pozíciója az érszakaszban a legjobban megfigyelhető. *Nakazawa* és munkatársai az egész, implantátumot tartalmazó szívről készített röntgenfelvételeket, amelyeken látható, hogy a sztent gyűrűinek átmérője a sztent hossza mentén sok esetben eltérő [1]. Ennek oka, hogy a plakk jelenlétének és az érszakasz geometriájának hatására a sztent deponálása során nem egyenletes mértékben tágult fel. Ennek vizsgálata céljából méréseket kívánunk végezni.

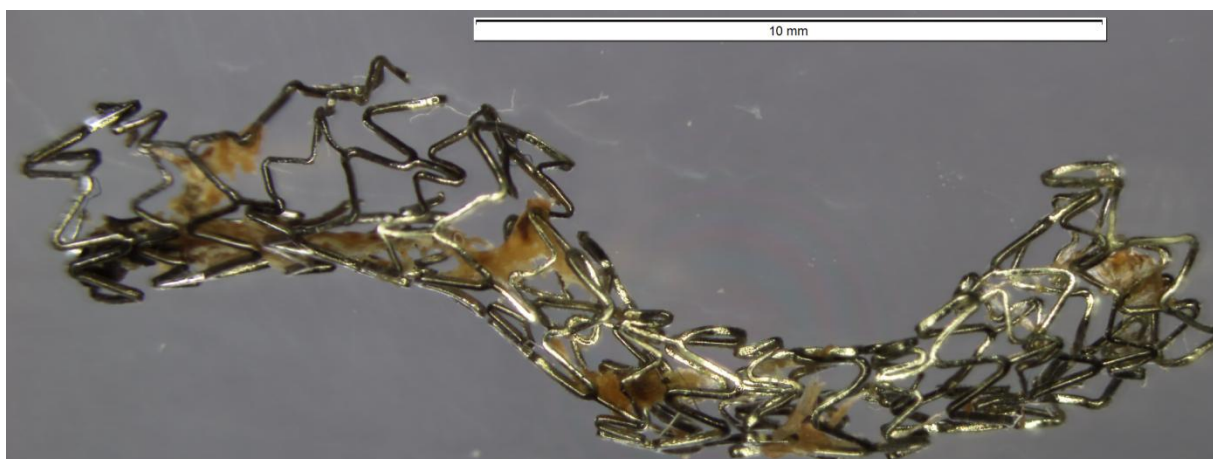
3. A sztent geometriájának vizsgálata

A sztent geometriájának vizsgálatához a röntgenfelvételek kiértékelését az Inventor Professional 2013 számítógép szoftverrel tervezzük elvégezni, amely a kép méreteinek megfelelő beállítása után alkalmas hossz és szögmérésre (1. ábra). A vizsgálat során megmérnénk az egyes gyűrűk külső átmérőjét, és a sztent feltételezett középvonalán megfigyelhető szögváltozásokat (1. ábra).



1. *ábra:* A sztent geometriájának vizsgálata elhunytból explantált sztenten, Nakazawa által végzett röntgensugaras vizsgálat [1]

Kutatásunk első lépéseként a sztentet tartalmazó érszakasz kiműtésének megfelelő módszerét dolgozzuk ki. Ez a lépés ugyanis alapvető fontosságú a vizsgálat szempontjából, hiszen ha az érintett érszakasz explantálását nem végezzük elég körültekintően, az könnyen a sztent illetve az érszakasz belső felületének deformációjához vezethet, amely eltorzíthatja a mérési eredményeket és adott esetben a sztent nagymértékű károsodásához vezethet (2. ábra). Kutatásunk későbbi szakaszában magán a sztenten tervezzük vizsgálatokat végezni az érszakasz szerves részeinek eltávolítása után, amelynek eredményére szintén hatással van az explantálás módszere.



2. *ábra:* Nem megfelelő módon explantált sztent

4. Következtetések

Az általunk feldolgozott szakirodalomban található kétdimenziós felvételek alapján megállapítottuk, hogy a sztent in vivo körülmények között kialakuló, deponálás utáni geometriájára az érszakasz geometriai jellemzői, valamint az ér belső falán elhelyezkedő plakk nagysága és pozíciója jelentős hatással van [1]. A megfigyelések a jelenség komolyabb vizsgálatát teszik indokolttá, a sztent méreteiben jelentkező inhomogenitások ugyanis egyenlőtlen alakváltozásokra engednek következtetni, amelyek a sztent átmérőjét szabálytalanná, lumenét egyenetlenné tehetik, veszélyes keresztmetszeteket hozva létre a további igénybevételekre nézve. Emellett az átmérőváltozások és irányváltozások a véráramlás lamináris jellegét is veszélyeztethetik. A 1. ábrán bemutatott felvételen a sztent hossza mentén a legnagyobb és legkisebb külső átmérővel rendelkező gyűrű között a külső átmérő nagyságának relatív 40%-os eltérése mérhető, amely a vizsgált sztent esetén törést eredményezett [1]. A jelenséget a mérések alapján felállított végeselemes modellel kívánjuk elemezni a későbbiekben.

Irodalom

- [1] Gaku Nakazawa, MD et.al.: *Incidence and Predictors of Drug-Eluting Stent Fracture in Human Coronary Artery, A Pathologic Analysis*, Journal of the American College of Cardiology Vol. 54, No. 21, 2009
- [2] Pil-Ki Min, Young-Won Yoon, Hyuck Moon Kwon.: *Delayed strut fracture of sirolimus-eluting stent: A significant problem or an occasional observation?*, International Journal of Cardiology 106 (2006) 404– 406
- [3] T. Watanabe et al.: *Fracture of a paclitaxol-eluting stent implanted for in-stent restenosis at the site of sirolimus-eluting stent fracture*. International Journal of Cardiology 2010;140:e12–e13

Lengyel Ákos, Msc-hallgató

Kertész Anna, Phd- hallgató

Bognár Eszter, egyetemi adjunktus

Dévényi László, egyetemi docens

Munkahely: BME, Gépészmérnöki Kar,

Anyagtudomány és Technológia Tanszék

Cím: H-1111 Magyarország, Budapest,

Bertalan Lajos utca 7.

Telefon / Fax: +36 (1) 463-1934

E-mail: akos@eik.bme.hu, anna.kertesz@gmail.com,

eszter@eik.bme.hu, devenyi@eik.bme.hu

Micsik Tamás, patológus

Munkahely: Semmelweis Egyetem,

I. sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató

Intézet

Cím: H-1085 Magyarország,

Budapest, Üllői út 26.

Telefon / Fax: +36 (1) 317-1074

E-mail: micsikt@gmail.com