

Biomechanika krevního oběhu

28.6.2024 - Lukáš Horný, Hynek Chlup | Fakulta strojní ČVUT v Praze

Výzkum v oblasti biomechaniky krevního oběhu započal na Fakultě strojní ČVUT v Praze v 90. letech, kdy se prof. Ing. Jaroslav Valenta, DrSc., soustředil na otázky popisu stárnutí věčících tepen. Současnost patří cévním náhradám, vstřebatelným materiálům a otázkám, na které se ptá biomechanika, ale odpovídá mechanobiologie.

Na cestě k cévním náhradám

Je-li třeba provést jakékoli cévní přemostění, tj. bypass, z důvodů blokace průtoku krve, je vždy nejlepší využít autograft – štěp odebraný od samotného příjemce. Autograft ovšem v mnoha případech není k dispozici, neboť vhodná tkáň (např. žíly dolní končetiny) je sama patologicky postižená nebo už byla vyčerpána při předchozích výkonech. V takovém případě přichází na řadu umělá cévní náhrada.

Náhrady, které se používají pro rekonstrukce velkých tepen (aorta s průměrem až 3 cm), a stent-grafty, které slouží jako endovaskulární výztuhy předcházející např. ruptuře aneurysmatu (výduť) břišní aorty, jsou dnes dobře etablovány a představují základní volbu v cévní chirurgii. Jiná je situace u náhrad pro malé průměry (pod 6 mm) a nízké průtoky (pod 200 ml/min.). Vývoj těchto náhrad sice započal již v polovině minulého století, ale stále v některých aspektech nejsou považovány za optimální. Tým vedený Ing. Hynkem Chlupem, Ph.D., se na Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky Fakulty strojní více než deset let věnuje tomuto úkolu. Jde o spolupráci mezi Všeobecnou fakultní nemocnicí, Univerzitou Karlovou a ČVUT podpořenou v minulosti dvěma národními granty.

Vyvíjená cévní náhrada má charakter sendvičového kompozitu kombinujícího polyesterovou výztuhu a kolagenní matici, čímž je zajištěna blízkost mechanických vlastností náhrady a nativních tepen. Náhrada je odolná vůči dlouhodobému zatížení pulzujícím krevním tokem. Biologická kolagenní složka náhrady je z části postupně tělem nahrazena nově tvořenou tkání. Na tento koncept získal vědecký tým právní ochranu v podobě uděleného českého a evropského patentu. Projektové konsorcium bylo v nedávné době rozšířeno o Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR (ÚSMH), se kterým se bude podílet na nově uděleném grantu Ministerstva zdravotnictví: Biomimetická cévní náhrada pro nízké průtoky umožňující fyziologický přenos pulzní vlny (2024–2027).

Vstřebatelné bandáže pro léčbu vrozených srdečních vad

Aplikovaný výzkum v oblasti medicíny, který probíhá na Fakultě strojní, zahrnuje například vývoj vstřebatelné bandáže pro léčbu vrozených srdečních vad. V okamžiku narození může být otvor v přepážce mezi srdečními komorami tak velký, že ho přirozené remodelační mechanismy nedokáží uzavřít. V důsledku je pak přetížen plicní oběh a bez zásahu dojde k rozvoji plicní hypertenze. Situace musí být řešena chirurgicky a prvním krokem je bandážování plícnice. Na Ústavu mechaniky, biomechaniky a mechatroniky je za podpory Ministerstva zdravotnictví vyvíjena nová bioresorbovatelná bandáž určená právě pro zákroky na plícnici novorozenců. Jde o další příklad úspěšné mezioborové spolupráce mezi ČVUT, UK, ÚSMH a Technickou univerzitou v Liberci.

Cévní přístup pro dialýzu: budeme umět předejít jeho aneurysmatu?

Biomechanika, která je vědním i studijním oborem na Fakultě strojní, nepřináší jen zmíněné typicky inženýrské výsledky. Je to obor s významným badatelským záběrem, o čemž svědčí výzkumné projekty podpořené Grantovou agenturou ČR. V minulosti šlo například o výzkum vlivu podélného předepnutí trubic na jejich mechanickou odezvu, který se inspiroval lidskými tepnami, jež jsou v těle do délky předepjaté někdy až o padesát procent. Biomechanická analýza založená na rovnicích

nelineární pružnosti ukázala, že tento fenomén má svou fyziologickou výhodu spočívající ve snížení obvodové tuhosti. A tak, i když by se mohlo zdát, že nelineárně zpevňující materiál, jakým je tepenná stěna, musí při natažení ztuhnout, za podmínek víceosé napjatosti předpětí paradoxně usnadní rozvod krve do oběhu. V současnosti je základní výzkum, probíhající v Laboratoři kardiovaskulární mechaniky, zaměřen na studium mechanobiologických procesů doprovázejících vznik aneuryzmatu v místě tzv. cévního přístupu pro dialýzu. Jde o projekt, který bude tým vedený doc. Ing. Lukášem Horným, Ph.D., řešit jako grantový úkol podpořený Grantovou agenturou ČR (Biomechanika aneuryzmat tepenožilního zkratu, 2024–2026).

<https://www.fs.cvut.cz/aktuality/2679-212/biomechanika-krevniho-obehu>