

BIOMATERIÁLY: UMĚLÁ NÁHRADA TĚLA

Jiří Zázvorka

Snímky Shutterstock a 3Dnatives

Víte, z čeho se vyrábějí protézy kolen a kyčlí, zubní implantáty nebo šrouby, které drží pohromadě kosti po komplikovaných zlomeninách? Stejně rychle jako lékařská věda se vyvíjejí i materiály, jež se v ní používají. Biomateriály, ať už jsou to slitiny titanu či hořčíku, různé polymery, keramika, nebo kompozity, musejí fungovat tak, aby co nejlépe nahradily původní části lidského těla. A neškodily mu.

Představte si, že jste si ošklivě polámali nohu. A lékaři vám k sobě zpřerážené kosti zafixují pomocí speciálních šroubů vytištěných na 3D tiskárně. Když kosti srostou a noha se zahojí, nemusíte se bát operace, při které vám budou v nemocnici šrouby vyndávat. V těle se totiž samy rozpustí. To není sci-fi, taková technologie již skutečně existuje, i když je v množství podobných operací stále využívána spíše okrajově. Právě 3D tisk a používání materiálů, které se v lidském těle dokážou samy rozpustit, patří mezi moderní trendy, jež se poslední dobou stále častěji prosazují v chirurgii i při výrobě implantátů.

Čelist z tiskárny

„Možnosti 3D tisku v lékařství jsou obrovské, umožňuje totiž vyro-

bit mnohem složitější tvary, než které by šly udělat třeba na obráběcích strojích,“ říká docent Tomáš Suchý, který vede oddělení kompozitních a uhlíkových materiálů v Ústavu struktury a mechaniky hornin Akademie věd ČR. „Představte si, že potřebujete nahradit nějakou větší část kosti, třeba čelisti, o níž pacient ho vyšetříte na CT, což vám umožní vytvořit přesný model poškozené části. Údaje pak zadáte do 3D tiskárny, která vyrobí náhradu v podstatě totožného tvaru, jaký měla původní kost,“ vysvětluje Tomáš Suchý.

Důležitý pochopitelně není jen tvar kostní náhrady, ale i materiál, z níž je vyrobena. Kostí jsou pevné, houževnaté a do jisté míry také pružné. Celé vědecké týmy se proto snaží vyvinout materiály, které

by se struktuře a vlastnostem kostí co nejvíce blížily. Pracuje na tom i oddělení Tomáše Suchého. „Zabýváme se kolagenem, který je jedním ze základních stavebních kamenů kostí. Dají se z něj vyrábět například nanovlákná používaná na povrchovou úpravu implantátů,“ prozrazuje odborník. Představit si je můžeme jako tenkou bílou vrstvičku nanosenou na povrch implantátu. Takto ošetřené se pak lépe „snáší“ s lidskou tkání, nanovlákná také napomáhají hojení a částečně mohou zabráňovat i vzniku infekce.

Tisíce umělých kyčlí

Lékaři v Česku každý rok provedou na 35 tisíc operací, při nichž pacienti dostanou umělý kloub. Nejvíce se vyměňují kyčle, přibližně 20 tisíc za rok, následují kolena a ramena.

Model kyčelního kloubu. Protézy kyčle patří k nejčastějším umělým náhradám v lidském těle



Pomocí 3D tisku se dají nahradit velké plochy chybějící kosti. Třeba lebky

„Možnosti 3D tisku v lékařství jsou obrovské, umožňuje totiž vyrobit mnohem složitější tvary, než které by šly udělat třeba na obráběcích strojích.“

Tomáš Suchý, Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR

Počty pacientů, kteří potřebují endoprotézu, navíc stále stoupají a snižuje se jejich věk. To s sebou nese obrovské nároky na kvalitu a životnost protéz – když už si necháte vyměnit kyčel, budete pravděpodobně chtít, aby vám fungovala až do smrti. Průměrná doba životnosti starších protéz přitom bývala pouhých 15 let, ty novější ale vydrží podstatně déle.

Kyčelních či kolenních protéz dnes existuje řada; liší se technologií použitou při jejich výrobě i materiály. Zatímco dříve se kloubní náhrady nejčastěji vyráběly ze speciálních druhů oceli, dnes se používají převážně slitiny titanu v kombinaci s neručními polymery a tvrzenou keramikou. Moderní materiály zlepšují nejen životnost protéz, ale snižují také jejich otěr. Když se jednotlivé části umělého kloubu pohybují, třou

Z ČEHO se náhrady vyrábějí

■ Kovy

Nejčastěji se používají **nekorodující druhy oceli a slitiny titanu, hořčíku, kobaltu či molybdenu**. Využití je široké: od dentální chirurgie po velké implantáty kyčlí nebo kolen.

■ Polymery

Mohou být **přírodní či syntetické**. Využívají se například při vývoji umělé kůže, k výrobě kontaktních čoček, kardiostimulátorů nebo fixací kostí. Slouží také jako nosiče léčiv.

■ Keramika

Vysokopevnostní keramika se používá především k náhradě hlavic a jamek u velkých kloubů. Výhodou je její hladkost a malý otěr, který snižuje uvolňování škodlivých mikroskopických částic do lidského těla.

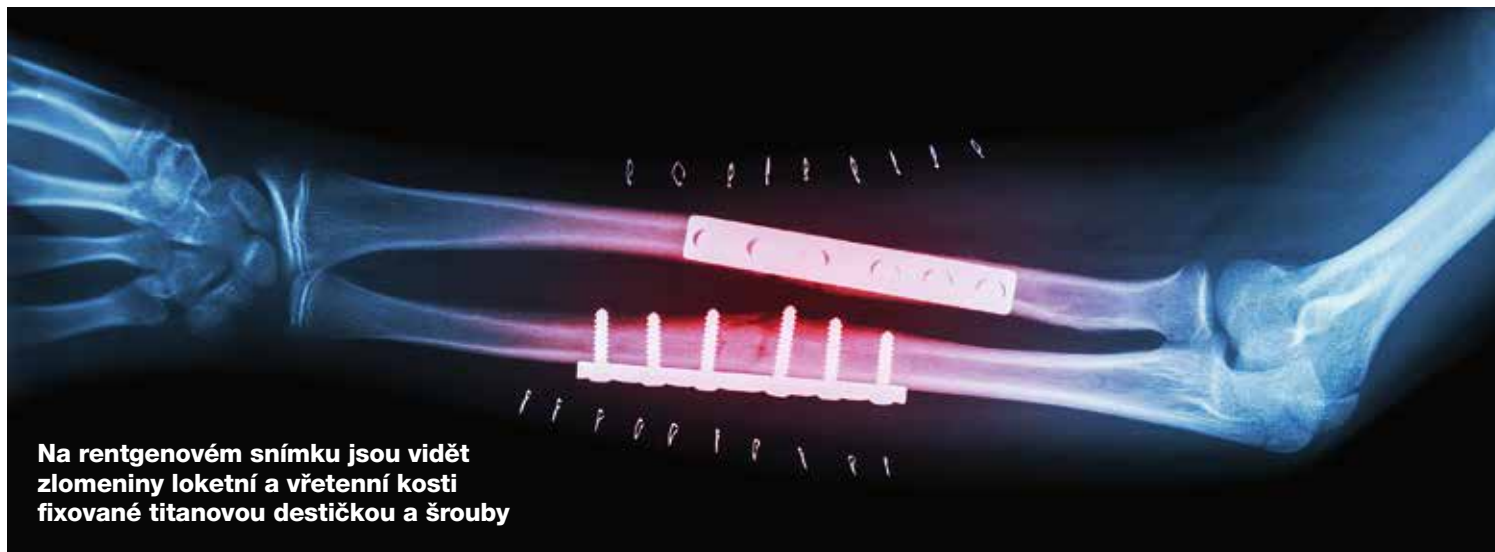
■ Kompozity

Vyrábějí se ze **dvou či více složek**, typickým příkladem jsou **uhlíková vlákna**. Vynikají pevností. Používají se například v ortopedii a protetice, mimo jiné na výrobu sportovních protéz.

se o sebe, do lidského organismu uvolňují mikroskopické částičky materiálu, ze kterého jsou vyrobené. Ty mohou škodlivě působit na tkáň okolo endoprotézy a ve finále zapříčinit i její uvolnění. „Snažíme se proto vyvíjet takové postupy a materiály, aby se otěru co nejvíce zabránilo,“ říká Dmitrij Kronberg z kladenské firmy Beznoska, která již přes třicet let vyvíjí a vyrábí kloubní náhrady. Především kyčelní a kolenní implantáty, ale také náhrady kloubu palce ruky či prostředky na zakázku uzpůsobené potřebám konkrétního pacienta. V kladenské společnosti se vyrábějí dokonce i implantáty kloubů pro psy.

Rozpustné šrouby

U kyčelních či kolenních protéz je důležité, aby v lidském těle vydr- ➤



Na rentgenovém snímku jsou vidět zlomeniny loketní a vřetenní kosti fixované titanovou destičkou a šrouby

» žely dobře fungovat co nejdéle. Jindy je ale naopak potřeba, aby materiál, který lékaři při operacích používají, z těla pacienta po čase zmizel. Týká se to třeba fixačních šroubů, které u sebe drží kosti po operacích komplikovaných zlomenin. „Mohou se vyrábět z hořčíkových slitin, které se v těle postupně rozkládají a nakonec z něj úplně zmizí. Výhodou je, že pacientovi odpadá druhá operace, při níž by se klasické fixační šrouby musely vyndávat,“ říká Lucie Vištejnová z Biomedicínského centra Lékařské fakulty UK v Plzni, které je zaměřeno na výzkum a vývoj v oblasti nahrazování a regenerace orgánů. Protože lidské tělo hořčík přirozeně obsahuje, nevznikají při tom látky, které by pro něj byly nebezpečné. Další výhodou hořčíkových šroubů je, že ubývají postupně, hojící se kost je tak zatěžována přirozeně.

Na podobném principu fungují i speciální polymery na bázi kyseliny polymléčné. I z nich se dají vyrábět různé fixační trny či šrouby, které se časem v lidském těle rozpadnou a nejsou pro něj toxické. „Vstřebávají se podobně jako chirurgické švy. Můžete si je představit jako součástky ze stavebnice Merkur, které se do dvou let rozloží a nic z nich nezbyde. Jen kyselina mléčná, kterou máme běžně v těle,“ vysvětluje Lucy Vojtová z výzkumného centra CEITEC VUT V Brně, kde se provádí výzkum v oblasti nanotechnologií, po-

Endoprotéza dolní čelisti. Světlá část je ze speciálního plastu, tmavá z titanové biokompatibilní slitiny



Šrouby z hořčíkových slitin se v těle pacienta postupně rozkládají a nakonec z něj úplně zmizí.

kročících technologií a kybernetiky. Odbornice zároveň připomíná, že polymerní látky se díky svým unikátním vlastnostem mohou používat také jako nosiče léčiv, jež je dokážou dopravit na přesně určené místo v těle pacienta.

Senzory proti zánětu

Veškeré materiály používané v lékařství musejí projít dlouhým testováním a přísnou kontrolou. Hodnotí se například jejich toxicita, dráždivost či takzvaná biokompatibilita, tedy zjednodušeně snášenlivost s lidským tělem. Podléhají přísným normám Mezinárodní organizace pro standardizaci (ISO), které hodnotí k tomu speciálně akreditované laboratoře. Schvalovací proces bývá



Silikonová protéza srdeční chlopně vytvořená pomocí 3D tisku. Zatím je to jen prototyp, na vývoji pracuje mezinárodní tým výzkumníků

zdlouhavý, nežádka může trvat i několik let. V České republice na celý proces dohlíží Státní ústav pro kontrolu léčiv.

Vědci zkoumají i další metody pro zlepšení funkce či životnosti umělých částí lidského těla. „Vytvírají se například senzory, které by se v budoucnu mohly stát součástí implantátů. Dokázaly by třeba poznat, že se v jejich okolí tvoří zánět. Lékaři by tak mohli zasáhnout dříve, než by mohlo dojít ke zdravotním komplikacím,“ říká Tomáš Suchý. Takový senzor by pak mohl poslat upozornění ošetřujícímu lékaři přímo do počítače nebo mobilního telefonu. V současné době již existují, ale řeší se především způsob jejich napájení, aby mohly v těle vydržet funkční desítky let. ■