



Text: 21.století – Revue objevů, vědy, techniky a lidí, číslo 4/2022, str. 40 – 43, článek Zvířata jako zachránci lidských životů.

MEDICÍNA | GENETIKA

V roce 2021 provedl jen pražský Institut klinické a experimentální medicíny (IKEM) 542 transplantací. Byl to rekord. I přes toto číslo je stále více lidí, kteří orgán potřebují, než těch, kteří ho dostanou. Mohou pomoci orgány zvířat?

smírně cenný člověk," říká vedoucí lékařka Oddělení odběru orgánů a transplantací IKEM Eva Pokorná. Přitom dle českého právního řádu je dárce každý zemřelý, který během svého života přímo nevyslovil nesouhlas s darováním svých orgánů po smrti. „V zákonu je zakotven princip předpokládaného souhlasu," uvádí Pokorná. Vědci jsou přesvědčeni, že schválení transplantací orgánů od geneticky upravených zvířat by mohlo být skutečným řešením problému. Stále je však třeba počítat s mnoha „ale“...

Zvířata jako zachránci lidských životů

Lidské orgány nahrazované těmi zvířecími – zní to jak z vědeckofantastické literatury, jde však o skutečnost. S pomocí genových úprav jsou vědci již nyní schopni takovéhoto „zázraků". Meziřuhová transplantace (xeno-transplantace) nabízí perspektivu neomezené dodávky orgánů a buněk pro klinickou transplantaci, a tím řeší kritický nedostatek lidských tkání, který v současnosti brání většině pacientů na čekací listině žít plnohodnotný život.

ORGÁNŮ JE MÁLO

Rozvoj xenotransplantací je zčásti ovlivněn tím, že poptávka po lidských orgánech pro transplantace výsoce převyšuje nabídku. V současné době umírá jen ve Spojených státech každý den deset pacientů, kteří jsou na čekací listině na transplantaci životně důležitých orgánů. Nedávné důkazy navíc naznačují, že transplantace buněk a tkání může být terapeutická pro některá onemocnění, jako jsou neurodegenerativní choroby a diabetes. „Hlavním limitem transplantologie je po celém světě nedostatek orgánů. Každý jeden dárce orgánů je ne-

Transfúze zvířecí krve lidem byly v popředí zájmu dávných mediců i šarlatánů.

FOTO: MIT TECHNOLOGY

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Lékaři z University of Maryland uskutečnili unikátní operaci – živému pacientovi vůbec poprvé v historii transplantovali prasečí srdce.

ANO, ČI NE?

Xenotransplantace vyvolává mnoho nových lékařských, právních a etických problémů. I když mohou být přínosy značné, použití zvířecích orgánů vzbuzuje u výzkumníků obavy ohledně potenciální infekce, přenesené na příjemce, a možného následného přenosu na jejich blízké. Problémem veřejného zdraví je možnost meziřuhové infekce retroviry, která může být latentní a vést k onemocnění i delší dobu po infekci. Navíc chorooboplný zárodek nemusí být snadno identifikovatelný současnými technikami. Přenos nemoci (xeno-zoonóza) a tr-



valé změny genetického kódu jsou rovněž důvodem k obavám a je zapotřebí provést ještě velké množství testů, než se vůbec bude uvažovat o hromadných transplantacích. Také je zde otázka etiky, například aktivisté za práva zvířat mají velice důrazné námitky proti xenotransplantacím. Vědci si samozřejmě „nehrají pouze na jednom písečku“ a nedostatek orgánů řeší i jinými cestami, jako například pěstováním lidských orgánů v laboratoři. „Nesmíme sázet vše jen na jednu kartu, musíme mít připraveno mnohem více eventualit,“ upozor-

nejenže operaci přežil, ale těší se navíc dobrému zdraví. „První transplantace geneticky pozmeněného prasečího srdce umírajícímu člověku na světě je skutečným mezníkem v lékařské vědě,“ uvedl David Klassen, hlavní lékař organizace UNOS, dohlížející na americký transplantáční systém. Vysoce experimentální operace byla provedena v lednu 2022 v americkém městě Baltimore ve státě Maryland a trvala osm hodin. Podle lékařů je ale ještě brzy hovořit o tom, zda byl zákrok úspěšný, či nikoli. Lékaři provádějící operaci jsou přesvěd-



■ Zvířecí orgán z prasete nebo pavlána by mohl být geneticky pozmeněn, aby dlouhodobě oklamal imunitní systém pacienta.

nett čelí téměř jisté smrti, a považovali ho za příliš nemocného na to, aby se kvalifikoval pro rutinní transplantaci lidského srdce. „Jako poslední možnost tedy požádali Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) o nouzové povolení k transplantaci srdce z geneticky pozmeněného prasete,“ řekl Klassen, přičemž se odvolává na katastrofický nedostatek orgánů vhodných k transplantaci. „Pokud to bude fungovat, budou existovat nekonečné zásoby orgá-

Orgány prasat jsou považovány za vhodné pro transplantaci lidem, protože mají přibližně stejnou velikost a tvar.

nů pro trpící pacienty,“ řekl vědecký ředitel univerzitního programu transplantací zvířecích orgánů na člověka Muhammad M. Mohiuddin, profesor chirurgie a ředitel Programu srdečních xenotransplantací na Lékařské fakultě University of Maryland. Jedním z hlavních rizik u transplantací je imunitní odmítnutí, dokonce i u orgánů od lidských dárců potřebují příjemci neustálou imunosupresi, aby zabránili jejich tělu napadnout, a tím odmítnout, transplantáty. Prasečí srdce je sice navrženo tak, aby bylo méně náchylné k imunitnímu odmítnutí než standardní zvířecí orgány, není však stále jasné, jak dobře je tělem tolerováno. „Protože orgán pochází z jiného druhu, Bennett bude potřebovat silnější imunosupresi než obvykle, což přináší svá vlastní zdravotní rizika,“ udává Klassen.



■ Celosvětový nedostatek orgánů pro klinickou implantaci způsobuje, že asi 20–35 % pacientů, kteří potřebují náhradní orgány, zemře na čekací listině.

ňuje lékař David K. C. Cooper, MD, Ph.D. z Baylor University v Texasu.

SRDCE Z PAŠÍKA

Přestože klinické studie nejsou ještě ani zdaleka u konce, začátkem roku 2022 oběhla svět fascinující zpráva – vůbec poprvé v historii bylo živému pacientovi transplantováno srdce z geneticky upraveného vepře, a to není vše – pacient

čeni, že je xenotransplantace nadějí pro budoucí medicínu. Bez genetických úprav by to ale nebylo nikdy možné. Přesto průlomový postup dává šanci statisícům nemocným se selhávajícími orgány.

ZCELA UNIKÁTNÍ OPERACE

Byl to výjimečný postup. Ošetřující lékaři byli přesvědčeni, že pacient David Ben-

KAŽDÝ JSME DÁRCEM

Česká legislativa počítá při odběru orgánů a tkání od zemřelého k transplantaci s takzvaným předpokládaným souhlasem zemřelého.

To znamená, že potenciálním dárce orgánů a tkání se po prokázání smrti může stát kdokoli. Tedy kdokoli, kdo za svého živo-

ta nevyjádřil nesouhlas s dárcectvím, a proto je registrován v Národním registru osob nesouhlasících s postmrtmním odběrem. U dětí a osob nesvéprávných je to jinak.



Tam musí být vždy informován zákonný zástupce a ten má právo vyjádřit nesouhlas i po smrti svého dítěte nebo jiné svěřené osoby, na rozdíl od dospělých svéprávných. ■



MEDICÍNA | GENETIKA

STÁLE ŽIJE

V době přípravy článku, koncem února, tedy více než měsíce od transplantace (proběhla 7. ledna), **David Bennett**, který je označován jako záchrak moderní vědy, stále „vzdoruje“ smrti. „*Srdce se dají skvěle. Máme několik kardiologů, kteří se snaží najít nějakou chybu, ale nepodařilo se jim to.*“ řekl vedoucí



■ První pacient s prasečím srdcem měl na výběr – smrt, nebo se stát „pokusným králikem“. Vybral si naději. Chirurg Dr. Muhammad M. Mohiuddin. „Srdce se silně stahuje – tak, jak by mělo. Nevykazuje žádné známky odmítnutí.“ Bennetta každý den pečlivě kontroluje tým lékařů v naději, že může být budoucností pro transplantace srdcí. Vedoucí lékař médiím popsal pokroky pacienta, mezi něž patří i pravidelné cvičení s přidělenou fyzioterapeutkou.

STUDII BUDOU PUBLIKOVAT

Lékaři říkají, že tato nová transplantace je průlomová, protože prase-dárce prošlo genovou úpravou, aby se z jeho buňek odstranil gen, kódující specifický typ sacharidu, o kterém se předpokládá, že je zodpovědný za předchozí odmítnutí orgánů u pacientů. Až měsíc po samotné transplantaci jsou vědci z Lékařského centra University of Maryland připraveni podělit se o svou práci s dalšími odborníky v oboru. „Hlavním důvodem, proč publikovat naši práci, je sdílet ji s komunitou a s našimi dalšími kolegy, kteří pracují v oblasti xenotransplantací,“ řekl Mohiuddin. Nicméně si uvědomuje, že tělo pacienta může kdykoli cizí orgán odmítnout.

42 | 21. STOLETÍ | duben 2022

JINÝ DRUH = JINÉ ORGÁNY

Je známým faktem, že ačkoli mají prasa odlišný imunitní systém než lidé, jejich orgány jsou velice podobné našim. Vyhledka na odebrání orgánů zvířatům za účelem záchrany lidských životů má dlouhou a pestrá historii. Zastánci vidí tento přístup jako vhodný způsob, jak zkrátit pořadníky pro zoufale nemocné pacienty, zatímco ochránci zvířat jej považují za nebezpečný a eticky nepřijatelný. O tom, jak dobře fungují zvířecí orgány u lidí, budou rozhodovat spíše klinické studie než jednorázové operace. Mnoho biotechnologických společností postupuje obezřetně a zavádí testy, aby ověřily, zda jsou tyto transplantace bezpečné a účinné, nejprve u jiných zvířat a poté u lidí. „*Uspěchat transplantace*

První vážné pokusy o xenotransplantaci (tehdy nazývanou heterotransplantaci) se objevily ve vědecké literatuře v roce 1905, kdy byly plátky králíci ledviny transplantovány dítěti s chronickým onemocněním ledvin.

orgánů zvířat lidem bez těchto informací by nebylo vhodné,“ dodala na závěr výzkumnice **Karen Maschkeová**, která



■ Vědcům se v nedávné době podařilo v laboratorii vypěstovat trojrozměrnou srdeční síň. Ta dokonce i tepe.

pomáhá vyvíjet etická a politická doporučení pro první klinické studie. Navíc k tomu všemu je tu i problém kratší životnosti zvířecích orgánů – prasečí tkáň stárne přirozeně rychleji.

NEJEN SRDCE, ALE I LEDVINY

Podle National Kidney Foundation je čekací doba na transplantaci ledvin i několik let, a to především kvůli nedostatku dostupných orgánů. Tento vážný problém by mohl být řešen orgány zvířat,

pokud by se takové xenotransplantační orgány ukázaly jako životaschopné. Výzkum z konce roku 2021 udělal skutečně velký krok tímto směrem, shodují se odborníci, protože lékaři z NYU Langone Transplant Institute provedli vůbec první úspěšnou transplantaci ledvin prasete člověku.

Ve skutečnosti se jednalo o několik operací, které na sebe nenavazovaly. První byla provedena v září 2021 a příjemcem ledviny z geneticky upraveného prasete byl pacient s mozkovou smrtí, který byl udržován při životě přístroji. „*Ledvina fungovala normálně po celou dobu 54hodinové studie, filtrovala odpad z krve a produkovala moč bez jakýchkoliv bezprostředních známek odmítnutí transplantátu,*“ uvedl vedoucí operací **Robert Montgomery**, ředitel

NYU Langone Transplant Institute. Ledvina však zůstala po celý experiment mimo tělo příjemce, napojená na krevní cévy v horní části nohy.

ROVNOU DVĚ LEDVINY

V novější studii vědci transplantovali ne jednu, ale dvě prasečí ledviny do těla příjemce, kam by byly ledviny umístěny během konvenční transplantace lidských ledvin člověku. „*Od získání ledvin prasete až po samotnou operaci se studie řídila přesně stejným postupem, který tím použije v budoucí klinické studii,*“ řekl Dr. **Jayne Locke**, vedoucí chirurg studie a ředitel Komplexního transplantčního ústavu na University of Alabama v Birminghamu. Lékaři následně zjistili, že dvě ledviny z geneticky modifikovaného prasete v lidském těle produkovaly moč a nebyly během několikadenního experimentu odmítnuty. Stejně jako v předchozím případě byl zákrok proveden u pacienta s mozkovou smrtí. Výzkumný tým má v úmyslu nakonec transplantovat prasečí ledviny živým pacientům ve formálních klinických studiích, ale nejprve bylo zapotřebí vyřešit mnoho kritických bezpečnostních otázek.

HLAVNĚ OPATRNĚ

Výzkumníci se zabývali především tím, že sledovali pacienta kvůli jakýmkoli