

ROS), které při reperfuzi způsobují další poškození tkání prostřednictvím oxidativního stresu. Imunitní odpověď, spuštěná uvolňováním prozá-
nětlivých cytokinů a adhezivních molekul, dále zhoršuje poškození
tkáně způsobené ischemií a reperfuzí [1].

Deplece kyslíku během ischemie snižuje produkci ATP, což vede
k poklesu aktivity Na⁺/K⁺-ATPázy a následnému intracelulárnímu
hromadění sodíku. Toto zvýšení sodíku snižuje membránový potenciál,
otevřít napětově řízené vápníkové kanály a zvyšuje koncentraci vápníku
v buňce. Anaerobní metabolismus, resp. anaerobní glykolýza, vede
k hromadění laktátu a poklesu pH, což aktivuje Na⁺/H⁺-antiport, který
způsobuje další akumulaci sodíku. Vysoká koncentrace sodíku pak přes
3Na⁺/1Ca²⁺-antiport zvyšuje intracelulární vápník.

Během reperfuze dochází k pomalému obnovení aktivity Na⁺/
K⁺-ATPázy, což spolu s reoxygenací vede k tvorbě volných kyslíkových
radikálů. Stále vysoká intracelulární koncentrace vápníku způsobuje
hyperkontraktilitu a poškození myokardu. Zvýšená koncentrace vápníku
spolu s oxidačním stresem navíc otevírá mitochondriální pór přechodné
propustnosti (mPTP) na vnitřní membráně mitochondrií, což je pova-
žováno za důležitou příčinu buněčné smrti [2].

Perfuzní a konzervační roztoky jsou navrženy tak, aby tyto patofyzi-
ologické procesy minimalizovaly nebo přerušily (Obr. 1). Obsahují různé
složky, jako jsou pufrы, které stabilizují pH, antioxidanty, které
neutralizují ROS, a substráty, které podporují energetický metabolismus
buněk i při absenci kyslíku. Tyto roztoky také obsahují elektrolyty a další
molekuly, které pomáhají udržovat iontovou a osmotickou rovnováhu,
a tím chrání buňky proti nadměrnému otoku a poškození. V závislosti
na jejich složení mohou být roztoky specificky upraveny pro různé
typy tkání a orgánů, čímž maximalizují jejich ochranný účinek proti
ischemickému a reperfuznímu poškození.

Použití v transplantologii

Využití perfuzních roztoků v transplantologii představuje kritický
prvek úspěchu v oblasti transplantace orgánů. Umožňuje zachování
životaschopnosti a funkčnosti darovaných orgánů od okamžiku
jejich odebrání až po transplantaci. Tyto roztoky (Tab. 1), včetně
hypotermických, normotermických a subnormotermických metod
[3], hrají důležitou roli v minimalizaci ischemického poškození tkání
a orgánů, což je klíčové pro zlepšení výsledků transplantací. Studená
ischemie nastává, když je orgán uchováván při nízké teplotě (0–4 °C)
po jeho odebrání z těla dárce, což zpomaluje metabolické procesy
a minimalizuje buněčné poškození. Teplá ischemie nastává, když
je orgán při tělesné teplotě, ale průtok krve je přerušen, což vede
k rychlému vyčerpání energetických zásob a akumulaci škodlivých
metabolitů.

V kontextu transplantace ledvin, jater, srdce a dalších orgánů (pulmo-
plegie u plic) se perfuzní roztoky používají k udržení metabolických funkcí
a prevenci poškození orgánů během jejich skladování a přepravy. Čím
dál více se také využívá technologií přístrojové perfuze, což umožňuje
lepší hodnocení kvality a životaschopnosti orgánů před transplantací
a významně přispívá k rozšíření možného dárcovství i využití orgánů
dárce s rozšířenými kritérii (u transplantací ledvin jsou to dárce starší 60 let
nebo mezi 50–59 lety za předpokladu dvou rizikových faktorů: úmrtí pro
cerebrovaskulární příhodu, anamnéza hypertenze či diabetu a sérová
koncentrace kreatininu > 133 μmol/l).

Navzdory technologickým výzvám a vyšším nákladům spojeným
s některými metodami perfuze, jejich potenciál pro zlepšení výsledků
transplantací a zvýšení úspěšnosti využití dárcovských orgánů převažuje.
Výzkum v této oblasti pokračuje ve vývoji nových roztoků a technik,
které by mohly dalšími způsoby přispět k efektivitě transplantací.

Tab. 1. Složení konzervačních roztoků používaných u transplantací orgánů [mmol/l] (upraveno podle Mohr et al. [14])

	UW	HTK (Custodiol)	EC
Glukóza	-	-	195
Laktobionát	100	-	-
Rafinóza	30	-	-
Manitol	-	30	-
Glutamát	-	-	-
Ketoglutarát	-	1	-
Tryptofan	-	2	-
Fosfátový pufr	25	2	57,5
Sulfátový pufr	5	-	30
Histidinový pufr	-	198	-
Glutation	3	-	-
Alopurinol	1	-	-
Adenozin	50	-	-
Hydroxyetylškrob	50 g/l	-	-
Na ⁺	30	15	10
K ⁺	125	9	115
Cl ⁻	-	50	15
Ca ²⁺	-	0,02	-
Mg ²⁺	5	4	-
Inzulin	100 j	-	-
Penicilin	40 j	-	-
Dexametazon	8	-	-
Osmolarita	320	310	406