

# EXPANDÉRY OBJEMU PLAZMY

## NA ČO SLÚŽIA ?

Expandéry objemu plazmy/plasma volume expanders (PVE) tvoria heterogénnu skupinu chemických látok, ktoré **po intravenóznom podaní zvyšujú cirkulujúci objem krvi**. PVE sa podávajú najmä pri akútnej liečbe zníženia celkového množstva krvi (hypovolémia) napr. u pacientov s veľkou stratou krvi v dôsledku chirurgického zákroku, pri popaleninách, dehydratácií alebo pri ťažkej vazodilatácii (rozšírenie ciev) traumatického, chirurgického, septického alebo toxického pôvodu.

Ak pacienti trpia veľkou stratou krvi, potrebné je podávanie krvných transfúzií, aby sa zabránilo šoku a zlyhaniu obehu. Pretože transfúzie správnej krvnej skupiny alebo ich množstvo nemusí byť dostupné, zdravotnícky personál si na obnovenie intravaskulárneho objemu, zvýšenie krvného tlaku a zlepšenie mikrovaskulárnej funkcie často vyberá intravenózne podanie PVE.

## VYUŽITIE V ŠPORTE

PVE sú na Zozname zakázaných látok zaradené do skupiny S5. Diuretiká a maskovacie látky – ich užívanie/podávanie je zakázané počas aj mimo súťaže.

Keď sa PVE podávajú zdravým jedincom, zvýši sa celkový objem krvi, čím sa pri športovom výkone predchádza dehydratácii a v konečnom dôsledku dochádza k zvýšeniu vytrvalosti. Práve preto si mnoho PVE našlo cestu z oblasti medicíny k športovcom, ktorí neúnavne hľadajú prostriedky na zvýšenie športového výkonu. PVE však športovci používajú **nielen na zvýšenie vytrvalosti, ale aj na kontrolu hladín hematokritu - najmä na maskovanie krvného dopingu alebo zneužívanie rekombinantného erytropoetínu (rEPO)**.

## HEMATOKRIT

Hematokrit je **pomer medzi objemom bunkovej časti krvi (najmä erytrocytov) k celkovému objemu krvi**. Hodnoty hematokritu u zdravého dospelého muža by mali byť 40-50 % a u zdravej ženy 35-45 %.

Zneužívanie rEPO športovcami stimuluje proliferáciu a diferenciáciu erytroidných prekursorov v kostnej dreni, čo spôsobí nárast počtu červených krviniek i hodnôt hematokritu. Takto dochádza k zvýšeniu väzobnej kapacity pre prenos kyslíka do tkanív (svalov). Po následnom podaní PVE sa zvýši celkový objem krvi a zníži sa hodnota hematokritu, čím možno primárny doping maskovať.

## ROZDELENIE

Na trhu je dispozícii celý rad PVE, ktoré možno rozdeliť do dvoch skupín:

- **roztoky kryštaloidov** - vodné roztoky obsahujúce minerálne soli alebo malé organické vo vode rozpustné molekuly (glukóza). Takéto roztoky dodávajú organizmu vodu, elektrolyty a energetické substráty pre potreby hypovolemických pacientov. Kryštaloidové roztoky sú primárne extravaskulárne (mimocievne) expandéry – prestupujú z kapilárnej krvi do intersticiálneho (mimobunkového) priestoru. Táto skupina PVE je lacnejšia a ľahko dostupná. K roztokom kryštaloidov možno zaradiť infúzne roztoky glukózy, izotonický roztok NaCl alebo Ringerov roztok.

Concentrations (mmol/L)	Plasma	ISS	RL
Na <sup>+</sup>	142	154	130
K <sup>+</sup>	5	0	4
Cl <sup>-</sup>	103	154	108
Ca <sup>++</sup>	2.5	0	0.91
Mg <sup>++</sup>	1	0	0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	27	0	0
Lactate	5	0	27.6

Zloženie plazmy, izotonického roztoku NaCl (ISS) a Ringerovho roztoku (RL).

- **koloidné roztoky** - homogénne nekryštalické roztoky obsahujúce nerozpustné molekuly s vysokou molekulovou hmotnosťou ako sú proteíny alebo veľké glukózové polyméry, ktoré pod vplyvom gravitácie nesedimentujú. Koloidné roztoky sú intravaskulárne (vnútrocievne) expandéry - koloidné makromolekuly nemôžu prechádzať endotelom ciev, zvyšujú onkotický tlak a tým i prechod extravaskulárnej tekutiny do vnútra ciev. Ku koloidným roztokom možno zaradiť roztoky albumínu, dextransu, hydroxyetylškrobu (HES) a želatíny.

Podanie oboch skupín PVE vedie spočiatku k expanzii intravaskulárneho kompartmentu, avšak **základným rozdielom medzi nimi je rozsah a pretrvávanie účinkov, ktoré závisia od možnosti prechodu molekúl cez vaskulárny endotel.** Dlhodobá debata o prospechu a výhodách podávania kryštaloidov a koloidov pokračuje aj v súčasnosti. V súvislosti s podávaním infúzií kryštaloidov môže dochádzať k rozvoju edémov a pri podávaní koloidov môžu vznikáť alergické a anafylaktické reakcie.

	Plasma volume expansion (mL)	Volume infused	Modification of interstitial volume (mL)	Expansion of the intracellular compartment
5% albumin	1000	1,000		
25% albumin	1000	250	-750	
5% dextrose	1000	14,000	+3700	9300
Ringer's lactate/isotonic saline	1000	4,700	+3700	
HES 130/0.4	1000	1,000		

Porovnanie objemov rôznych roztokov PVE potrebných na dosiahnutie expanzie objemu plazmy o 1000 ml u zdravých jedincov.

Za ďalšiu skupinu PVE sú považované **osmotické diuretiká** - látky s nízkou molekulovou hmotnosťou (napr. manitol), ktoré sa v glomerule voľne filtrujú a v obličkových tubuloch len mierne reabsorbujú. Osmotické diuretiká v tubuloch vyvíjajú osmotický efekt, ktorý z glomerulárneho filtrátu zabraňuje reabsorbcii tekutiny (hlavne vody) a podporuje tak diurézu. Zvýšený osmotický tlak v plazme vtiahne vodu z tkanív do vaskulárneho priestoru, čím sa zväčší objem plazmy. Osmotické diuretiká sa používajú najmä na zníženie mozgového edému, vnútroočného tlaku a na zachovanie funkcie obličiek pri akútnom renálnom zlyhaní.

## DETEKCIA PVE A DOPINGOVÝ ŠKANDÁL

V dopingovej analýze sa detekcia väčšiny PVE vykonáva pomocou metód **plynovej alebo kvapalinovej chromatografie v spojení s hmotnostnou spektrometriou (GC/MS, LC/MS)** a v niektorých prípadoch sú používané aj imunologické techniky a elektroforéza.

Známy je škandál systematického dopingu Fínskej lyžiarskej federácie z roku 2001, kedy bolo počas majstrovstiev sveta v behu na lyžiach pozitívne testovaných na hydroxyetylškrob (HES) šesť lyžiarov. Zrejme tak chceli znížiť hodnotu hematokritu a maskovať doping rEPO.