

Uticaj pasivnog transporta za očuvanje vitalnih parametara organa za transplantaciju

Dragan A. Jovčev, učenik gimnazije „9. maj“

dragan.jovcev@biologijakp.com

Aleksandar V. Micić, učenik gimnazije „9. maj“

aleksandar.micic@biologijakp.com

Transplantacija ili presađivanje organa predstavlja složen hirurški zahvat prilikom kog se nefunkcionalni organ zamenjuje organom donora. Donor može biti živa ili preminula osoba, kao i osoba koja je usled neke nezgode pretrpela moždanu smrt. Transplantacija organa strogo je definisana zakonom i može se izvršiti isključivo ako su ispunjeni medicinski i pravni uslovi. U Srbiji je, od kada se rade transplantacije, presađeno 1.314 bubrega, uglavnom sa živih davalaca, urađeno je 8 transplantacija srca, 1 pankreasa, a sporadično se rade i transplantacije jetre. Srbija je 2017. godine primljena u „Eurotransplant“ sistem koji omogućuje da se najkritičnim pacijentima presadi prvi organ koji na raspolaganju iz bilo koje države članice „Eurotransplanta“



Slika 1 Transport organa za transplantaciju

Za uspešnost transplantacije neophodno je da tokom transporta organa budu očuvane njegove vitalne funkcije. Ukoliko se desi da vitalni parametri organa budu narušeni dolazi do nepovratnog procesa i organi gube svoju funkciju i postaju beskorisni za transplantaciju. Problem je u tome što pojedini organi i u kontrolisanim uslovima imaju vrlo kratak vremenski interval za transport, tj. funkcije organa se gube tokom vremena provedenog van organizma odnosno tela.

Srce	4-5h
Pluća	4-6h
Bubreg	48-72h
Pankreas(gušterača)	24h
Jetra	24-30h

Tabela 1Rok za presađivanje pojedinih organa

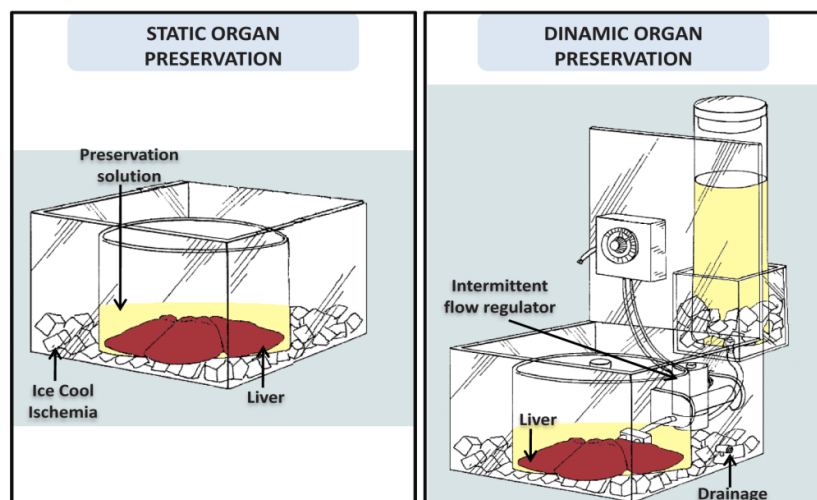
Transplantacija organa sastoji se iz tri osnovne faze vadenje organa ili eksplantacije transporta i čuvanje organa pod posebnim uslovima i transplantacije . Kada je organ za transplantaciju van tela, on usled nedostatka kiseonika, hranljivih i esencijalnih materija postaje neaktivan . Kako bi se sačuvala njegova vitalna svojstva u *ex-vivo* uslovima neophodno je da organ bude prezerviran pod specijalnim uslovima.



Dijagram 1 Tok transplantacije

Za zaštitu organa od denaturacije tokom transporta iz različitih delova sveta koristi se jedan od dva načina zaštite organa (**eng.** Organ preservation) tj. dinamička zaštita organa (**eng.** dynamic organ preservation) i statična zaštita organa (**eng.** static organ preservation) .

Dinamička zaštita organa predstavlja sistem koji računarski upravlja procesom prezervacije tj. zaštite organa. Pomoću složenog algoritma računar održava sve neophodne parametre pod kontrolom. Ovaj sistem prezervacije nije još u masovnoj primeni i još je na eksperimentalnom nivou i fazi testiranja, ali se očekuje da u budućnosti svi organi za transplantaciju budu prezervirani na ovaj način.



Slika 2 Struktura statičnog i dinamičkog sistema za prezervaciju

Statični sistem je dosta jednostavniji i više zastupljeniji pogotovo u Srbiji i zemljama regiona. Kod njega organ se nalazi u posudi sa rastvorom koji sadrži sve potrebne elemente za funkcionisanje organa (rastvor je karakterističan za svaki organ). Oko te posude nalazi se sterilizovani led koji ima ulogu u regulisanje temperature.

Za analiziranje sastava rastvora za statičnu prezervaciju kao uzorak koristimo rastvor SPS-1 koji se koristi za prezervaciju bubrega .Na istom primeru je u ovom radu objašnjen uticaj pasivnog transporta.

Ime sastojka	Hemijska formula	Količina ¹
Magnezijum- sulfat heptahidrat	MgSO_4	1.23 g
Rafanoza pentahidrat	$\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_{16}$	17.83 g
Adenozin	$\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4$	1.34 g
Lakton		35.83 g
Alopurinol	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}$	0.136 g
Monokalijum fosfat	KH_2PO_4	3.4 g
Glutation	$\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_6\text{S}$	0.922 g
Kalijum hidroksid	KOH	5.61 g
Natrijum hidroksid	NaOH	
Hidroksietil	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_3$	50.0 g

Tabela 2Sastav rastvora za prezervaciju

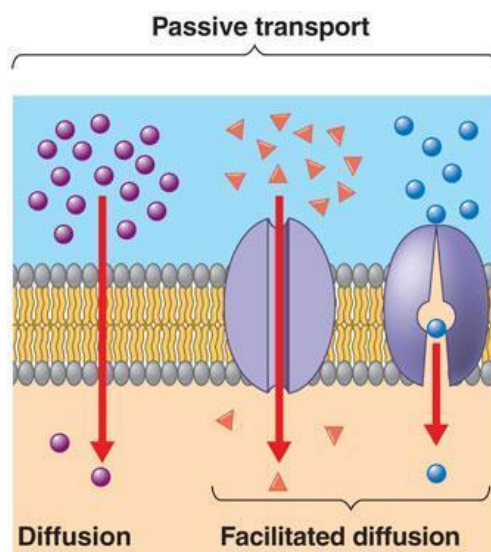
Iz navedene tabele uočava se da sastav rastvora za čuvanje organa sadrži sve komponente koje organ zahteva i u *in-vitro* uslovima.

Kako je organ i dalje aktivan i živ na ćelijskom nivou sve ćelije organa za transplantaciju vrše pasivan transport tj. putem osmoze i difuzije ćelije se snabdevaju svim esencijalnim materijama koje su neophodne da se nastavi ćelijski život. Kako pasivni transport ne zahteva trošenje energije odnosno ATP-a utrošak energije i opterećenje organa je svedeno na minimum.

Prostom difuzijom iz rastvora za prezervaciju unose se :

Nepolarna jedinjenja tj. liposolubilna odnosno: kiseonik,azot,ugljen(IV)oksid, alkoholi.

Takodje prostom difuzijom u ćeliji mogu da difunduju polarne nenaelektrisane supstance u malim količinama . Kao što je voda na primer.

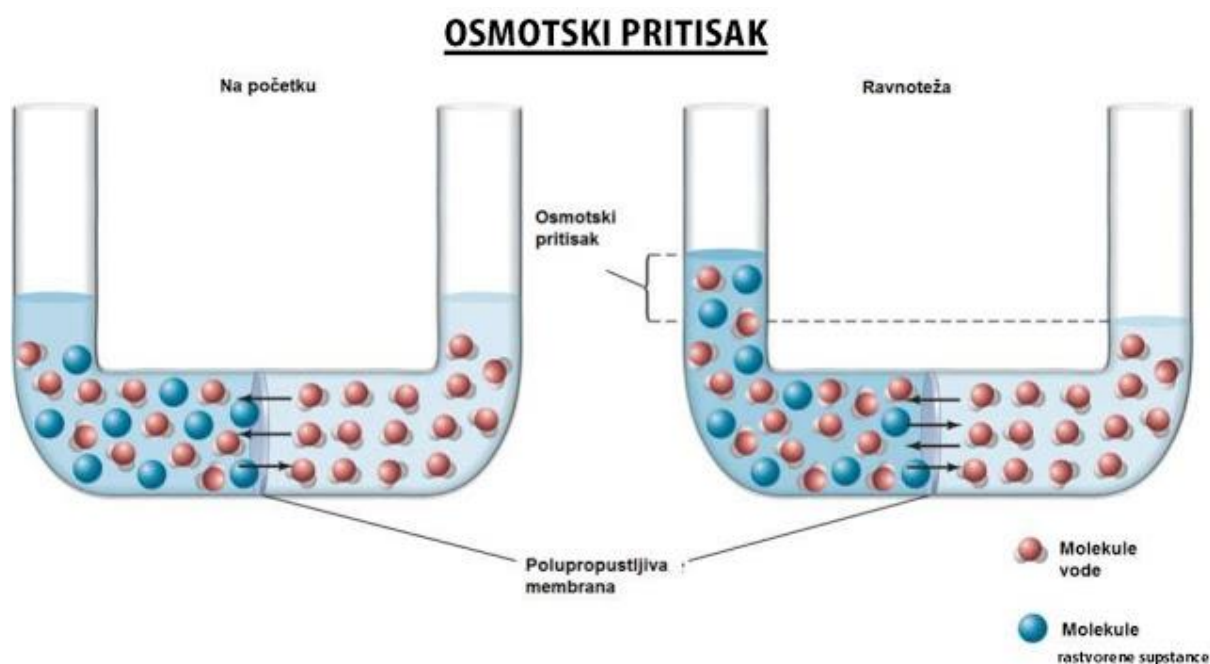


Slika 3Prosta i olakšana difuzija

¹ Merna jedinica za količinski udeo g/1000ml

Osmozom se iz rastvora za konzervaciju unose polarne supstance u znatno većim količinama za razliku od proste difuzije gde se nepolarne supstance unose u malim količinama.

Takodje osmozom se unose i polarni rastvarači.



Slika 4 Šematski prikaz osmoze

Zaključak: Osmoza i difuzija imaju veliku ulogu u očuvanju organa za transplantaciju dok je organ u *ex-vitro* uslovima odnosno dok je organ u fazi transporta. One imaju veliki značaj za očuvanje vitalnih parametara organa zbog toga što se njihovim posredstvom unose hranljive tj. esencijalne supstance u ćeliju iz rastvora koji je specifično napravljen za svaki organ. Sistemi za konzervaciju organa mogu biti dinamički i statički. Dinamički sistem za konzervaciju organa se sve više usavršava i na tu temu su objavljeni mnogi naučni radovi od kojih su većina na Rojtersovoj SCI listi.

Literatura:

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2781089/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26946212>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3088735/>
- <https://www.organ-recovery.com/SPS-1>
- http://maloyscience.weebly.com/uploads/3/0/1/0/30105129/chapter05_-_homeostasis_and_transport.pdf
- https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D1%84%D1%83%D0%B7%D0%B8%D1%98%D0%B0_%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B7_%D1%9B%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%98%D1%81%D0%BA%D1%83_%D0%BC%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%83

- <https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%B0>
- https://sr.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%BC%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1200638/>
- <https://books.google.rs/books?id=RmIABAAAQBAJ&pg=PA45&lpg=PA45&dq=component+of++SPS-1+and+role&source=bl&ots=NiUrNiKPCr&sig=KYN2tef0qJHqgi7FKzM4dpEb3H0&hl=sr-Latn&sa=X&ved=0ahUKEwiF9urkabXAhWBtxoKHfjmA9EQ6AEIJzAB#v=onepage&q=components%20of%20%20SPS-1%20and%20role&f=false>
- <http://srbijazatransplantaciju.com/>
- <https://www.eurotransplant.org/cms/>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Eurotransplant>
- <https://www.asdreports.com/news-16967/organ-preservation-market-worth-2412-m-usd-2021>
- <https://www.medscape.org/viewarticle/420582>
- <http://www.cecentral.com/assets/1927/Preservation%20Monograph%20-%20Final.pdf>
- <https://www.sharecare.com/health/organ-transplants-and-health-care/how-are-donated-organs-preserved>
-