

SPOSOBY CHŁODZENIA I PRZECHOWYWANIA ORGANÓW PRZEZNACZONYCH DO PRZESZCZEPU

Część I



inż. Aleksandra BIAŁA

WSTĘP

Nowożytny początki transplantologii jako dyscypliny medycznej, datuje się na 1954 rok, kiedy to Joseph Murray dokonał pierwszego udanego przeszczepu nerki.

Z uwagi na wysoki odsetek odrzuconych przeszczepów (szczególnie w przypadku transplantacji wątroby, serca i płuc), w kolejnych latach zainicjowano badania w zakresie poprawy odległych wyników leczenia. Ich efektem było wprowadzenie do transplantologii cyklosporyny (medykamentu znacznie spowalniającego proces odrzucenia przeszczepu) w 1983 roku oraz zgłębienie mechanizmu niedokrwienia ciepłego i opracowanie sposobów zapobiegania jego skutkom. Okazało się, że zabezpieczenie preparatu biologicznego przed uszkodzeniami wywołanymi niedokrwieniem, jest uwarunkowane przede wszystkim jego odpowiednim schłodzeniem w czasie od pobrania do wczepienia.

Przedmiotem niniejszej publikacji jest scharakteryzowanie sposobów chłodzenia i przechowywania organów przeznaczonych do przeszczepu.

2 MECHANIZM NIEDOKRWIENIA

W większości przypadków organy mięsiste przeznaczone do przeszczepu pochodzą od dawcy zmarłego w mechanizmie śmierci mózgu lub pnia mózgu, a zatem w wyniku urazu ośrodkowego układu nerwowego, guza mózgu, krwawienia śródczaszkowego itp. Nieodwracalne ustanie funkcji mózgu lub jego części wpływa na uszko-

czenie niedokrwienne narządów już w okresie przedzgonnym.

Niedokrwienie spowodowane jest ograniczeniem lub przerwaniem dopływu krwi do tkanek. Niedobór tlenu, będący jego skutkiem, może prowadzić do postępującej martwicy komórek narządu, a w konsekwencji, do opóźnienia funkcji przeszczepu lub jego odrzucenia. Stąd też, istotnym czynnikiem decydującym o powodzeniu zabiegu, jest tzw. **okres przechowywania organu** (czas upływający od pobrania do wszczepienia narządu pacjentowi), który powinien być jak najkrótszy.

Na czas przechowywania narządu składa się tzw. okres niedokrwienia zimnego oraz okres niedokrwienia ciepłego. Niedokrwienie zimne trwa od perfuzji i schłodzenia preparatu biologicznego, do odtworzenia krążenia u biorcy. Czas nieprzekraczający kilka lub kilkanaście godzin, w zależności od rodzaju narządu, nie jest dla czynności organu niebezpieczny.

Okres niedokrwienia ciepłego dzieli się na:

- czas pierwszego niedokrwienia ciepłego (WIT 1 - warm ischemia time 1),
- czas drugiego niedokrwienia ciepłego (WIT 2 - warm ischemia time 2).

WIT 1, to czas od momentu zatrzymania krążenia u dawcy do schłodzenia narządu wypłukanego specjalnym płynem, natomiast **WIT 2** stanowi okres potrzebny do wytworzenia zespołu między łożyskiem naczyniowym przeszczepu, a naczyniami krwionośnymi pacjenta.

Zasadniczo, żaden z tych okresów nie powinien być dłuższy niż kilka minut, ponieważ brak zaopatrywania

w krew przy jednoczesnym braku chłodzenia wywołuje, niekiedy nieodwracalne, zmiany w komórkach preparatu.

Zaledwie po kilkunastu minutach niedokrwienia ciepłego, nerka posiada jedynie 20% pierwotnej liczby cząsteczek ATP (adenozynotrójfosforanu), wysokoenergetycznego substratu reakcji komórkowych i aktywnego transportu błonowego. Jego niedobór, wraz ze spadkiem temperatury, wywołuje zwolnienie pomp błonowych, przede wszystkim sodowo-potasowej i wapniowej. Niewydolność tej pierwszej prowadzi do wyrównania różnicy potencjałów wewnątrz i poza komórką, czego rezultatem jest utrata właściwości pobudliwych komórek, które przestają reagować na bodźce. Dodatkowo, jony sodu wnikać do cytoplazmy, pociągają za sobą cząsteczki wody, wywołując obrzęk komórki. Zatrzymanie ATP-azy (pompy) wapniowej prowadzi do wzrostu stężenia kationów wapniowych, wskutek czego aktywowane są enzymy endokomórkowe powodujące rozpad strukturalny, a w ostateczności, śmierć komórki. Podwyższone stężenie wapnia zapoczątkowuje również uwalnianie z limfocytów i trombocytów (mediatorów aktywujących proces krzepnięcia), przyczyniając się do powstawania zakrzepów w naczyniach organu.

W okresie drugiego ciepłego niedokrwienia rośnie zapotrzebowanie narządu na tlen, a uszkodzenia niedokrwienne pogłębiają się. Po odtworzeniu krążenia w organizmie pacjenta, tlen ulega przekształceniu w wolne rodniki, których uwalnianie powoduje uszkodzenia błon komórkowych, białek i lipidów. Wskutek działania oksydantów, naruszany jest również

śródbłonek naczyń krwionośnych, co pociąga za sobą aktywację antygenów tkankowych. Ich ekspansja może prowadzić do odrzucenia przeszczepu, a nawet do śmierci biorcy.

3 SPOSOBY CHŁODZENIA I PRZECHOWYWANIA ORGANÓW PRZEZNACZONYCH DO PRZESZCZEPU

Najistotniejszym czynnikiem zapobiegającym skutkom niedokrwienia organów, jest ich prawidłowe przechowywanie. Poszukiwania optymalnych sposobów przerwy zapoczątkowano w latach sześćdziesiątych XX wieku, w związku z rozwojem przeszczepiania nerek. Mimo upływu półwiecza, nie poznano metody hamowania procesu umierania komórek w środowisku pozaustrojowym. Rola przerwy ogranicza się do jego maksymalnego spowolnienia tak, aby zwiększyć szanse przeszczepu na podjęcie czynności po odtworzeniu krążenia u biorcy.

Sposób przechowywania preparatów biologicznych powinien przede wszystkim zapewniać spowolnienie przemian metabolicznych i utraty związków energetycznych (szczególnie ATP). Czynnikiem warunkującym spełnienie tego wymogu, jest odpowiednie schłodzenie tkanek (hipotermia).

W myśl zasady van Hoffa, po obniżeniu temperatury o każde 10 K, szybkość metabolizmu zmniejsza się dwukrotnie. W temperaturze +10°C zużycie tlenu stanowi jedynie 5 % zużycia w normotermii (37°C).

Negatywne następstwa hipotermii są łagodzone aktywnością specjalnych komponentów płynów przerwy, którymi narządy są wstępnie chłodzone do temperatury z przedziału 0 do 4°C.

3.1. Hipotermia prosta

Najpopularniejszą metodą przechowywania narządów jest **hipotermia prosta**. Ze względu na prostotę, relatywnie niskie koszty oraz dobre efekty, znajduje ona zastosowanie w przerwy większości organów (serca, płuc, wątroby, nerek, trzustki i jelita) pobieranych od dawców zmarłych w mechanizmie śmierci mózgowej.

Przerwa, to działania (zmiana warunków otoczenia, zastosowanie substancji chemicznych) mające na

celu opóźnienie fizycznego lub biochemicznego uszkodzenia tkanek. W hipotermii prostej przerwa przebiega etapowo. Pierwszym i zasadniczym krokiem w tej metodzie jest płukanie narządu od strony łożyska naczyniowego odpowiednim płynem przerwy, jeszcze w ciele dawcy. Niezwykle istotne jest dokładne usunięcie krwi z naczyń oraz równomierne rozprowadzenie roztworu w obrębie organu, ponieważ obecność elementów morfotycznych krwi i obszarów niewypełnionych płynem ogranicza przepływ krwi i może się przyczynić do opóźnienia funkcji narządu po odtworzeniu krążenia u pacjenta.

Kolejnym etapem jest wtórna perfuzja organu po jego usunięciu. Ciśnienie roztworu w czasie obu działań nie powinno być wyższe niż 100 cm H₂O. Przekroczenie tej wartości skutkuje nadmiernym skurczem naczyń i dalszą redukcją przepływu krwi. Wypłukany preparat jest umieszczany w pojemniku izotermicznym, w temperaturze 0 do 4°C, gdzie pozostaje do czasu przeszczepienia.

3.2. Ciągła perfuzja pulsacyjna w hipotermii

Kliniczne zastosowanie ciągłej perfuzji pulsacyjnej w hipotermii ogranicza się do przerwy nerek pobieranych zarówno od zmarłych jak i żywych dawców. Metoda polega na nieprzerwanym przepompowywaniu zimnego płynu perfuzyjnego (4 do 10°C), pod ciśnieniem 40-60 mm Hg przez naczynia krwionośne nerki, umieszczonej w jałowym pojemniku. Wykorzystuje się do tego celu pompę o specjalnej konstrukcji (producenti: Waters Manufacturing, Waters Industries, MN, Gambro), obsługiwaną przez wykwalifikowanego operatora.

Najnowocześniejsza aparatura jest wyposażona w systemy monitorujące i regulujące przepływ oraz ciśnienie płynu perfuzyjnego. Pomiar tych parametrów pozwalają ocenić stopień uszkodzenia niedokrwiennego narządu przed transplantacją. Składniki stosowanego w CPPH roztworu MPS II – UW - gluconate spowalniają przemiany metaboliczne, wydłużając tym samym czas przechowywania (dla nerek ten czas wynosi nawet od 5 do 7 dni). To decyduje o przewadze CPPH nad przerwy nerek w hipotermii prostej

w przypadku dawców po zatrzymaniu krążenia, szczególnie gdy okres przerwy był dłuższy niż 24 godziny.

Obecnie jedynie 15% nerek przeznaczonych do transplantacji jest przechowywanych za pomocą ciągłej perfuzji. Dzieje się tak z uwagi na ryzyko awarii sprzętu oraz możliwość mechanicznego uszkodzenia śródbłonna systemu naczyniowego nerki. Nie bez znaczenia są też wysokie koszty metody.

3.3. Perfuzja „ex vivo”

W przypadku pobrania organów od dawców żyjących, narządy są poddawane perfuzji poza ich organizmami („ex vivo”). Po eksplantacji tętnica przeszczepu jest przepłukiwana odpowiednim płynem przerwy, metodą grawitacyjną. Następnie, równomiernie odbarwiony preparat zostaje umieszczony w pojemniku zapewniającym stałą temperaturę z przedziału od 0 do 4°C.

Ze względu na niski odsetek pobrań od dawców żyjących (w Polsce wynosi on jedynie 2-3% wszystkich transplantacji), metodę tę stosuje się rzadko.

3.4. Witryfikacja

W przechowywaniu narządów z wykorzystaniem zjawiska witryfikacji upatruje się szanse na długotrwałe i efektywne bankowanie narządów przeznaczonych do przeszczepu. Zastosowanie tej metody zapewniałoby znaczące wydłużenie czasu przechowywania preparatów biologicznych, co pozwalałoby na przeprowadzenie wszystkich prób immunologicznych, a zatem zmniejszałoby ryzyko odrzucenia przeszczepu.

Witryfikacja, to przemiana fazowa drugiego stopnia, polegająca na przejściu substancji od stanu ciekłego do stanu stałego, z pominięciem krystalizacji. W organach zjawisko to zachodzi w temperaturach poniżej -125°C. Celem uniknięcia zarodkowania kryształów w tkankach schładzanych do tak niskich temperatur, przed zamrożeniem narządu jego system naczyniowy należy wypełnić odpowiednim krioprotektantem.

Krioprotektanty, to substancje mające za zadanie obniżyć temperaturę zeszklenia preparatu tak, aby w jego obrębie nie zachodziła krystalizacja, a zmiana ciśnienia osmotycznego w komórkach, towarzysząca przemianie, nie skutkowałą uszkodzeniami organu.

Tabela 1. Maksymalny czas przerwacji (w godzinach) narządów w hipotermii prostej w wybranych płynach [6]

| Organ | EuroCollins | Custodiol (HTK) | ViaSpan (UW) | Celsior |
|----------|-------------|-----------------|--------------|---------|
| Serce | 4 | 8 | 4 | 6 |
| Płuco | 6 | 6 | 8 | 6 |
| Wątroba | 8 | 12 | 12 | - |
| Nerka | 30 | 30 | 40 | - |
| Trzustka | 6 | 4 | 12 | - |
| Jelito | 4 | 4 | 8 | - |

Obecnie przerwacja narządów przy wykorzystaniu cieczy przechłodzonej ma charakter jedynie eksperymentalny. Głównym przedmiotem badań pozostaje poszukiwanie roztworu o optymalnych właściwościach krioprotekcyjnych.

4 WŁAŚCIWOŚCI ROZTWORÓW PRZERWACYJNYCH

Roztwory konserwujące pełnią szereg funkcji w przygotowaniu preparatu biologicznego do transplantacji, i tak:

- wypłukują łożysko naczyniowe organu z krwi,
- wstępnie schładzają narząd,
- zapobiegają uszkodzeniom spowodowanym aktywnością wolnych rodników powstających w czasie odtwarzania krążenia u biorcy,
- redukują obrzęk komórek,
- zapobiegają zakwaszeniu środowiska endokomórkowego.

W zależności od stężenia jonów sodu i potasu, płyny perfuzyjne dzieli się na substancje o działaniu wewnątrzkomórkowym i zewnątrzkomórkowym. Ponadto, roztwory przerwacyjne są wzbogacane o związki zapobiegające obrzękowi włókien mięśniowych narządu, antyutleniacze, źródła energii (glukozę, sacharozę, fruktozę lub dekstran) oraz substraty do syntezy związków energetycznych (np. adenozyne do produkcji ATP).

Oparte na zasadzie roztworu wewnątrzkomórkowego płyny perfuzyjne, charakteryzuje niskie stężenie kationów sodu i wysokie stężenie kationów potasu. Należą do nich EuroCollins i ViaSpan (UW). Stężenie jonów sodu w roztworach o działaniu zewnątrzkomórkowym jest wysokie, natomiast stężenie jonów potasu może się wahać od niskiego po średnie. Należą do nich przede wszystkim tzw. roztwory „pulmoplegiczne”, np. Roztwór Cambridge oraz Roztwór Bretschneidera (Custodiol) i Celsior (o działaniu kardioplegicznym). Najszerzej stosowa-

wanymi w transplantologii roztworami perfuzyjnymi są EuroCollins, ViaSpan, Custodiol i Celsior.

4.1. EuroCollins

Opracowany w latach 60-tych przez Collinsa roztwór konserwujący, zrewolucjonizował przeszczepianie nerek. Okres przechowywania organów przerwowanych do tej pory w płynach izotonicznych, wydłużył się czterokrotnie, do 24 godzin. Obecnie, dzięki modyfikacjom (jako EuroCollins), płyn pozwala na przerwację nerek nawet do 48 godzin. Skład jonowy płynu EuroCollins jest zbliżony do środowiska endokomórkowego. Duże stężenie glukozy decyduje o jego wysokiej osmolarności, natomiast zawartość fosforanów (HPO_4^- ; H_2PO_4^- ; HCO_3^-), zapewniając utrzymanie prawidłowego pH (działania buforujące), przeciwdziała kwasicy wewnątrzkomórkowej.

Płyn znajduje zastosowanie przede wszystkim w konserwacji nerek i płuc. Rzadziej jest wykorzystywany do przerwacji wątroby i trzustki, którym zapewnia znacznie krótszy czas bezpiecznego przechowywania (6-8 godzin), z uwagi na naczynioskurczowy wpływ wysokiego stężenia potasu.

4.2. ViaSpan (UW)

W 1986 roku zespół badawczy z Uniwersytetu Wisconsin stworzył płyn przerwacyjny, którego popularyzacja przyczyniła się do rozwoju przeszczepiania wątroby i trzustki. Dzięki wydłużeniu czasu przerwacji wzmiankowanych narządów do 24 godzin, ViaSpan umożliwił ich transport między placówkami medycznymi, co przy zastosowaniu płynu Collinsa nie było możliwe.

Zawartość laktobionatu i rafinozy, osmotycznie czynnych substancji mających silne działanie uszczelniające błony, przeciwdziała obrzękowi komórkowemu. Natomiast obecność adenozyne stymuluje produkcję ATP.

Obecnie roztwór ten wykorzystywany

jest do konserwacji większości przeszczepów wątroby i trzustki, a także nerek i jelita cienkiego. Dyskusyjne pozostaje zastosowanie ViaSpanu w kardioplegii, ze względu na niezadowalające wyniki badań klinicznych. Podejrzuje się, że przyczyną takiego stanu rzeczy są uszkodzenia śródbłonna naczyń wieńcowych wskutek wysokiego ładunku potasu.

4.3. Roztwór Bretschneidera (Custodiol)

Płyn Bretschneidera zawiera niski ładunek sodu i potasu oraz wysokie stężenie jonów chloru. Dzięki małej lepkości, z łatwością przenika do naczyń włosowatych organu. Custodiol odznacza się również dużą zdolnością do utylizacji utleniaczy uaktywniających się w okresie reperfuzyj. Pierwotnie roztwór ten służył do przerwacji przeszczepów serca, obecnie znalazł zastosowanie także w przechowywaniu organów z pobrań wielonarządowych, przede wszystkim, nerek i wątroby.

Czas bezpiecznego przechowywania serca w Płynie Bretschneidera wynosi około 8 godzin. Dla nerek jest sześciokrotnie dłuższy, natomiast w przypadku wątroby nie przekracza 12 godzin.

4.4. Celsior

Celsior jest roztworem szeroko wykorzystywanym w kardioplegii. Należy do płynów o działaniu zewnątrzkomórkowym. Zawartość kwasu glutaminowego skutecznie hamuje wzrost stężenia jonów wapniowych w komórkach przeszczepu, zaś obecność układu buforowego - histydyny, gwarantuje stały i prawidłowy odczyn pH, zapobiegając tym samym zakwaszeniu środowiska endokomórkowego.

Pomimo licznych prób przerwacji, nerek i wątroby w Płynie Celsior, wciąż pozostaje on przede wszystkim roztworem kardioplegicznym, pozwalającym na przechowywanie serca przez 4-6 godzin.

5 RODZAJE NARZĄDÓW ORAZ WYMAGANE WARUNKI TEMPERATUROWE ICH PRZECHOWYWANIA

Wśród przeznaczonych do transplantacji organów, wyróżnia się dwie grupy [10]: narządy typu A oraz narządy typu B.

5.1. Narządy typu A]

Do pierwszej grupy należą tzw. narządy unaczynione, a są to: nerki, serce, płuca, wątroba, trzustka oraz jelita. Wymagane warunki konserwacji poszczególnych organów, różnią się między sobą.

Nerka

Prezerwacji nerek dokonuje się metodą hipotermii prostej lub ciągłej perfuzji pulsacyjnej. W pierwszym wariancie, wykorzystywane są roztwory: EuroCollins, ViaSpan oraz Custodiol. Z chwilą rozpoczęcia płukania żyłska naczyniowego organu, zaczyna się okres niedokrwienia ciepłego, który nie powinien przekroczyć 45 minut.

W metodzie ciągłej perfuzji pulsacyjnej, znajdująca się w sterylnej kasecie nerka poddawana jest ciąglemu chłodzeniu roztworem o temperaturze z przedziału 4 do 10°C. Średni czas przechowywania nerek wynosi około 24 godziny, jednak możliwe jest jego wydłużenie nawet do 30 - 40 godzin.

W hipotermii prostej, wyplukany z krwi organ, zostaje umieszczony w pojemniku hermetycznym zapewniającym stałą temperaturę na poziomie 0 do 4°C, do którego chłodzenia wykorzystywany jest suchy lód lub rzadziej, układ sprężarkowy. Obecnie, do transportu nerek stosowane są także pojemniki izotermiczno-elektroniczne, wyposażone w układy monitorujące i regulujące parametry biochemiczne przeszczepu oraz gęstość roztworu perfuzyjnego i ciśnienie perfuzyjne. Pojemniki te posiadają również układy regulujące temperaturę panującą w przestrzeni ładunkowej, której dokładność sięga +/- 0,01 K.

Serce

Serce jest chłodzone w mechanizmie hipotermii prostej. Do części wstępującej aorty zatrzymanego w rozkurczu organu, podaje się schłodzony roztwór kardiooplegiczny (np. HTK). Wypreparowane tym sposobem serce, wydobywa się z klatki piersiowej i umieszcza

w roztworze schłodzonym do temperatury 2-4°C. Najpowszechniej stosowanymi mediami prezerwacyjnymi są wzmiankowany roztwór HTK (Custodiol), Płyn St. Thomas, Celsior i ViaSpan. Niezależnie od rodzaju zastosowanego płynu, okres przechowywania organu, nie powinien przekraczać 6 godzin. Jego wydłużenie skutkuje wystąpieniem opóźnionej funkcji serca, a w efekcie, zgonem pacjenta.

Podobnie jak nerki, serce w czasie transportu wymaga stałego monitorowania parametrów biochemicznych i kontroli temperatury, dlatego uzasadnione jest przechowywanie organu w pojemnikach izotermiczno-elektronicznych.

Płuco

Jedyną metodą prezerwacji płuc jest hipotermia prosta, a dopuszczalny czas ich przechowywania nie przekracza 6 godzin.

Przed pobraniem narządy są perfundowane zimnym płynem o prędkości przepływu około 60 ml/h. Najczęściej jest to wzbogacony o siarczan magnezu (o działaniu buforowym) i glukozę, EuroCollins, choć na popularności zyskują roztwory oparte na zasadzie płynu zewnątrzkomórkowego: Celsior i Cambridge, których odwrócone proporcje stężenia kationów sodu i potasu, wpływają na ograniczenie obrzęku komórek śródbłonna naczyń krwionośnych płuc.

Po wydobywaniu z klatki piersiowej, organy poddawane są wentylacji 100% tlenem, po czym w postaci rozprężonej, lokowane są w foliowych workach wypełnionych jednym z wymienionych roztworów chłodzących, o temperaturze około 4°C.

Wątroba

Wątroba jest największym organem mięszowym, który w pobraniu wielonarządowym jest wydobywany jako trzeci, po usunięciu serca i płuc.

Przed eksplantacją, system naczyniowy organu perfunduje się od strony aorty i żyły wrotnej przy pomocy schłodzonego roztworu, np. UW (ViaSpan) lub Custodiolu. Komponenty płynów zapewniają ochronę hepatocytów w czasie ciepłego niedokrwienia oraz przeciwdziałają zmianom w zatokach wątroby (element układu naczyniowego narządu) w okresie niedokrwienia

zimnego.

Wraz z rozpoczęciem perfuzji, jamę brzuszną dawcy wypełnia się skruszonym lodem, zapewniając tym samym schłodzenie do temperatury około 4°C. Niedokrwienie ciepłe nie może trwać dłużej niż kilka minut, natomiast czas niedokrwienia zimnego nie powinien przekraczać 12 godzin.

Spreparowany organ umieszcza się w roztworze chłodzącym. Najczęściej stosowany jest ViaSpan, chociaż w wielu klinikach europejskich wykorzystywany jest również Custodiol, z uwagi na wygodne w użyciu opakowanie (gotowe do umieszczenia w nim organu) i relatywnie niską cenę.

Do przechowywania i transportu wątroby służą pojemniki izotermiczne, w których czynnikiem chłodzącym jest suchy lód lub urządzenie sprężarkowe.

Trzustka

W odróżnieniu od pozostałych narządów, trzustka charakteryzuje się niewielkim fizjologicznym przepływem krwi. Podwyższone ciśnienie perfuzyjne często zatem skutkuje nasilonym obrzękiem organu.

Prezerwacji trzustki dokonuje się w hipotermii prostej, zwykle przy użyciu ViaSpanu, zawierającego koloid. Składnik ten przeciwdziała nadmiernemu obrzękowi przeszczepu, zapobiega powstawaniu zakrzepów i opóźnieniu jego czynności po transplantacji. Maksymalny czas bezpiecznej konserwacji trzustki wynosi 24 godziny, natomiast temperatura do jakiej powinna być schłodzona zawiera się w przedziale 0 do 4°C.

Jelito

Po odizolowaniu od trzustki, dwunastnicy i tylnej ściany jamy brzusznej, jelito jest płukane roztworem UW (ViaSpan), wzbogaconym o tlenek węgla (CO). Zawartość tlenu węgla wpływa na redukcję uszkodzeń śluzówki i hamuje aktywację mediatorów zapalnych w komórkach. Perfuzja nie powinna być zbyt intensywna, gdyż może wywołać znaczny obrzęk jelita.

Przygotowany przeszczep wkładany jest do pojemnika z płynem ViaSpan, gdzie w temperaturze 0-4°C, może pozostać nie dłużej niż 10 godzin.

5.2. Narządy typu B

Do tego rodzaju narządów zaliczane są

części ciała odcięte wskutek wypadku, przeznaczone do ponownego przyszycia, m. in. palce kończyn górnych i dolnych, małżowiny uszne i języki.

Amputowane członki należy bezwzględnie umieścić w suchym worku, zaś worek włożyć do wody z lodem o temperaturze 0 do 4°C. W warunkach klinicznych, narządy typu B przechowywane są w pojemnikach uniwersalnych wyposażonych w układ regulujący temperaturę w zakresach nawet od -50 do +10°C, chociaż wymagany dla nich reżim temperaturowy zawiera się w przedziale od -15 do +5°C

PODSUMOWANIE

Hamowanie procesów niedokrwienia ciepłego jest zagadnieniem kluczowym dla ograniczenia ryzyka wystąpienia powikłań potransplantacyjnych, z odzuceniem organu na czele.

Sposób chłodzenia i przechowywania narządu powinien zapewniać spowolnienie zachodzących w nim przemian metabolicznych i utraty związków energetycznych (przede wszystkim ATP), wydłużając tym samym jego „żywołność”. Najszerzej stosowaną metodą przechowywania organów przeznaczonych do przeszczepu pozostaje hipotermia prosta, polegająca na dwuetapowym schłodzeniu narządu: poprzez perfundowanie jego łożyska naczyniowego odpowiednim roztworem prezerwacyjnym (w ciele nieżyjącego dawcy) oraz umieszczeniu go

w tym roztworze po eksplantacji.

Przechowywanie narządów typu A (unaczynionych) wymaga zapewnienia im stałej temperatury na poziomie od 0 do 4°C, natomiast reżim temperaturowy wymagany dla narządów typu B (utraconych w wyniku nieszczęśliwego wypadku), na ogół zawiera się w przedziale od -15 do +5°C.

Schłodzenie organów do temperatury z przedziału od 0 do 4°C jest realizowane na drodze działań prezerwacyjnych (hipotermia prosta), zatem rolą pojemników izotermicznych stosowanych do przechowywania i transportu narządów przeznaczonych do przeszczepu, jest zagwarantowanie im stałości tej temperatury na czas od eksplantacji do wszczęcia.

cdn ...

LITERATURA:

- [1] Biała A.: Projekt małogabarytowego pojemnika izotermicznego do transportu preparatów biologicznych z systemem chłodzenia zapewniającym stabilizację temperatury z dokładnością +/- 0,2 K. Praca dyplomowa inżynierska. Politechnika Gdańska. Wydział Mechaniczny, Gdańsk 2011 (promotor: dr inż. Z. Bonca)
- [2] Danielewicz R.: Zastosowanie ciągłej perfuzji pulsacyjnej w hipotermii do przechowywania nerek przed przeszczepieniem. Wydawnictwo AM, Warszawa 2000
- [3] Dyszkiewicz W., Jemielity M., Wikto-

- rowicz K.: Transplantologia w zarysie. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2009
- [4] <http://leczenie.gameta.pl/faq/co-jest-witryfikacja.html>
- [5] Orłowski T.: Przeszczepianie nerek. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1995
- [6] Rowiński W., Wałaszewski J., Pączek L.: Transplantologia kliniczna. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004
- [7] Ryszka F., Ostróżka-Cieślak A., Dołńska B.: Wpływ składników płynów do przechowywania narządów na ich trwałość i właściwości biochemiczne. „Biotechnologia”, nr 1(72), 2006, s. 97-102
- [8] Transplant Proces. Przegląd Piśmiennictwa chirurgicznego 1999, s. 2059-2104
- [9] Uchmanowicz I.: Profilaktyka przeszczepów narządów. PLZD, Warszawa 2000
- [10] Waszkiewicz Ł.: Przechowywanie i transport narządów ludzkich przeznaczonych do przeszczepu. „Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna”, nr 5, 2007, s. 205-210
- [11] Wolf P., Boudjema K., Ellero B., Cinqualbre J.: Transplantacja narządów. Wydawnictwo Volumed, Wrocław 1993
- [12] <http://www.iss.it/binary/ecet/content/slovník.1194360764.pdf>
- [13] www.poltransplant.pl/Download/Biuletyn2011/biuletyn_2011_s.pdf
- [14] www.sangstat.com/docs/celsior_PI.pdf

OGRZEWNICTWO

branżowy portal internetowy



PL

KLIMATYZACJA

branżowy portal internetowy



PL