

Bench-to-bedside review: Mechanisms of critical illness- classifying microcirculatory flow abnormalities in distributive shock.

Critical Care 2006; 10; 221

Klasyfikacja zaburzeń przepływu w mikrokrążeniu w przebiegu wstrząsu dystrybucyjnego.

Opracowała: lek. Katarzyna Śmiechowicz

Wstrząs uważany jest za stan, w którym występuje dysproporcja pomiędzy transportem tlenu przez krew a zapotrzebowaniem metabolicznym tkanek.

Ponad 30 lat temu Weil i Shubin zaproponowali nową klasyfikację wstrząsu wyróżniając cztery jego rodzaje:

- Wstrząs hipowolemiczny- wynikający z utraty objętości krwi krążącej.
- Wstrząs kardiogeny- wynikający z upośledzenia funkcji serca jako pompy.
- Wstrząs z zatorowania (obstructive shock)- dotyczący serca, tętnic i dużych naczyń żylnych.
- Wstrząs dystrybucyjny- sepsa, wstrząs septyczny.

Pierwsze trzy kategorie wstrząsu w konsekwencji doprowadzają do zmniejszenia rzutu serca i uruchomienia procesów beztlenowych w komórkach. Wstrząs dystrybucyjny jest rezultatem różnorodnych zmian w perfuzji tkankowej spowodowanych dysfunkcją mikrokrążenia, które doprowadzają do zaburzenia dystrybucji krwi pochodzącej z prawidłowego lub zwiększonego rzutu serca.

Zmiany w przepływie i dystrybucji tlenu do tkanek są charakterystyczne dla wstrząsu dystrybucyjnego. W mikrokrążeniu istnieją obszary, w których łatwiej dochodzi do powstawania przecieku (shunt) i mieszania się krwi tętniczo-żylniej, co skutkuje regionalnym niedotlenieniem. W ostatnich latach udało się poznać przyczyny przecieku czynnościowego w mikrokrążeniu i znaleźć ich związek z upośledzeniem oddawania tlenu do okolicznych tkanek. Nowych możliwości obrazowania dostarczyły:

1. OPS- orthogonal polarization spectral imaging- prostokątna polaryzacja z cyfrowym przetwarzaniem obrazu.
2. SDF- sidestream dark-field imaging.

Obie metody pozwalają uwidocznic drobne naczynia krwionośne, kapilary oraz przepływ krwi. Wykorzystują one światło o długości 550 nanometrów, które jest wychwytywane przez hemoglobinę. Wykorzystując obie metody optyczne autorzy pokusili się o ustalenie własnej pięciostopniowej skali opisującej zaburzenia przepływu w różnych typach wstrząsu dystrybucyjnego.

Mikrokrążenie jako struktura transportująca tlen

Mikrokrążenie, według wielu autorów, należy postrzegać jako rodzaj żywego organu będącego składową układu sercowo-naczyniowego odpowiedzialnego za prawidłową dystrybucję tlenu do komórek i tkanek. Naczynia mikrokrążenia zbudowane są między innymi z warstwy komórek endothelium pokrytych glikokaliksem stanowiącym ich barierę, a jednocześnie system kontaktowania się ściany naczynia z jego światłem. System ten może ulegać zniszczeniu w przebiegu chorób zapalnych lub chorób sercowo-naczyniowych. Dodatkowymi składnikami dopełniającymi obrazu mikrokrążenia oprócz sieci naczyń są również płytki krwi, czynniki krzepnięcia oraz cyto- i chemokiny.

Prawidłowa funkcja mikrokrążenia zależy od wielu czynników:

- Wysycenia hemoglobiny tlenem.
- Zapotrzebowania na tlen.
- Lepkości krwi.
- Przepływu i zdolności do zmiany kształtu krwinek czerwonych i białek.
- Przecieku tętniczo-żylnego w naczyniach.
- Rozszerzalności naczyń.
- Dyfuzji gazów.
- Odległości komórek od najbliższego naczynia.

Endothelium odgrywa bardzo ważną rolę jako regulator transportu tlenu. Reaguje nie tylko na zmiany przepływu krwi jak też na lokalne czynniki pobudzające. Generuje sygnały do mięśniówki gładkiej arterioli powodując ich rozkurcz. Ważnym aspektem w zapewnieniu prawidłowego przepływu są również fizyczne właściwości krwinek czerwonych takie jak zdolność do zmiany kształtu i agregacji. Badania ostatnich lat pokazują również inne właściwości krwinek czerwonych. Oprócz funkcji przenoszenia tlenu, krwinki czerwone rozpoznają środowisko o niskiej zawartości tlenu i uwalniają

substancje naczynio-rozkurczowe takie jak NO, ATP przez co regulują przepływ w mikrokrążeniu.

Mikrokrążenie w przebiegu wstrząsu dystrybucyjnego

W przypadku wstrząsu dystrybucyjnego praktycznie wszystkie w/w czynniki wykazują zaburzone działanie przyczyniając się do zaburzeń w dostawie tlenu.

- Komórki endothelium są mniej wrażliwe na czynniki wazoaktywne gdyż tracą swój ujemny ładunek. Zaburzeniu ulega również produkcja glikokaliksu czyniąc go nadmiernie przepuszczalnym. Powoduje to zbyt silne działanie tlenu azotu na komórki naczyń.
- Krwinki białe i czerwone tracą swoje zdolności do zmiany kształtu przez co mogą tworzyć się mikrozakrzepy. Wiele mediatorów aktywujących krwinki białe, jak też zapoczątkowujących procesy krzepnięcia mogą doprowadzić do zmniejszenia przepływu krwi i niekontrolowanego tworzenia mikrozakrzepów.
- System wytwarzania NO również odgrywa rolę w zaburzeniach mikrokrążenia w przebiegu sepsy. Dotyczy to niejednorodnej ekspresji indukowanej syntetazy tlenu azotu, która zaburza przepływ krwi oraz zwiększa powstawanie przecieków pomiędzy naczyniami.
- Czynniki takie jak: kwasica w obecności NO hamuje skurcz arterioli; hipokapnia powoduje ich skurcz; hiperkapnia powoduje rozszerzenie naczyń żylnych.

Klasyfikacja zaburzeń przepływu w mikrokrążeniu w przebiegu wstrząsu dystrybucyjnego

Dzięki nowym metodom obrazowania można ocenić przepływ w kapilarach ludzi zdrowych i porównać go z uzyskanym od ludzi chorych. Kapilary mogą być zaangażowane do przepływu lub z niego wyłączane przez co diametralnie zmienia się sytuacja tlenowa komórek znajdujących się w ich pobliżu. W przypadku wstrząsu hipowolemicznego, kardiogenego i zatorowego zmiany w mikrokrążeniu są bezpośrednio związane ze zmniejszeniem się rzutu serca co objawia się równomiernym, jednakowym zanikiem przepływu we wszystkich naczyniach mikrokrążenia (arteriolach, naczyniach włosowatych, naczyniach żylnych). We wstrząsie dystrybucyjnym hemodynamika systemowa jest względnie prawidłowa natomiast zaburzeniu ulega dystrybucja krwi. Na poziomie mikrokrążenia wszystkie grupy zaburzeń cechują się normalnym lub zwiększonym przepływem żylnym.

Zaburzenia pojawiają się głównie na poziomie naczyń kapilarnych, gdzie dochodzi do przecieku.

Autorzy wyróżnili następujące grupy zaburzeń przepływu w mikrokrażeniu:

1. **GRUPA 1** - to grupa, gdzie we wszystkich kapilarach jest zastój krwi w obecności normalnego przepływu żylnego. Ten stan można obserwować u pacjentów w przebiegu sepsy leczonych bardzo dużymi dawkami amin katecholowych w celu utrzymania ciśnienia systemowego krwi.
2. **GRUPA 2** – to grupa, gdzie w obrazie obecne są puste kapilary w sąsiedztwie kapilar, w których można zaobserwować przepływ krwinek czerwonych. Zmniejsza się gęstość sieci naczyń włosowatych i wydłuża się odległość komórek od kapilar, w których przepływ jest zachowany, tworzą się regiony hipoksji. Krwinki czerwone w tych kapilarach cechują się wysokim wysyceniem hemoglobiny tlenem, ale ze względu na znaczną redukcję sieci naczyń oddawanie tlenu jest utrudnione. Ten stan obserwuje się podczas zabiegów kardiochirurgicznych z zastosowaniem krążenia pozaustrojowego oraz zestawów ECMO.
3. **GRUPA 3** - to grupa, w której obecne są kapilary z zastojem krwi obok kapilar z normalnym przepływem. Zalicza się tu zaburzenia w przebiegu sepsy, ale także w anemii sierpowatej i malarii.
4. **GRUPA 4** - to grupa, gdzie obecne są kapilary z hiperdynamicznym przepływem w sąsiedztwie kapilar z zastojem elementów morfotycznych krwi. Naczynia żyłne również wykazują hiperdynamiczny przepływ. Zaburzenia takie mogą występować w sepsie.
5. **GRUPA 5** - to grupa, gdzie hiperdynamiczny przepływ obserwowany jest na wszystkich poziomach mikrokrażenia (bardzo szybki przepływ krwinek w naczyniach). Zaburzenia oddawania tlenu występują tutaj na tle zbyt szybkiego przepływu. Zaburzenia takie mogą występować w sepsie.

Przełożenie kliniczne

1. Normalizacja krążenia i ciśnienia tętniczego krwi poprzez nadmierną podaż amin katecholowych spowoduje podwyższenie ciśnienia systemowego krwi kosztem przepływu w mikrokrażeniu
2. Podwyższenie prężności tlenu podczas leczenia pacjentów z sepsą poprzez podwyższenie wdechowego stężenia tlenu lub w czasie zabiegów w krążeniu

pozaustrojowym może doprowadzić do skurczu arterioli, zmniejszenia gęstości sieci naczyń włosowatych i zaburzeń w dystrybucji tlenu

3. Hemodilucja powoduje obniżenie lepkości krwi, co doprowadza do zaburzeń zmiany kształtu erytrocytów, zwiększa możliwość tworzenia przecieków czynnościowych.

Przeciwdziałanie defektom mikrokrążenia

- KROK PIERWSZY- mikrokrążenie musi być „otwarte”, poprzez odpowiednie zastosowanie płynów, leków inotropowo dodatnich, wazodilatatorów i ustalenie wskazań do stosowania amin katecholowych.
- KROK DRUGI - kontrola patologicznego przepływu i przecieku tętniczo-żylnego poprzez szeroko rozumianą kontrolę procesów zapalnych, zaburzeń krzepnięcia i funkcji naczyń.