

Wykład: Sztuczne narządy wewnętrzne

Studia Doktoranckie IBIB PAN

I. Wspomaganie układu oddechowego

1) T. Gólczewski (2 godz.)

Droga gazów w układzie oddechowo-kръżeniowym: przestrzeń martwa, płuca – krążenie płucne, układ tętniczy, metabolizm: Respiratory Quotient, bufor CO₂, krążenie żyłne. Skład gazów, wymiana gazowa, regulacja: ciśnienia parcjalne, wymiana gazowa, dyfuzja, prędkość we krwi, hemoglobina, tlenek węgla, ECMO, kontrola oddychania: wentylacja minutowa od O₂ i CO₂ (nurkowanie), regulacja metaboliczna krążenia systemowego (hypoxic vasodilation), hypoxic vasoconstriction w krążeniu płucnym. Anatomia układu oddechowego z punktu widzenia mechaniki, mechanika: mechanika oddychania spontanicznego: mięśnie oddechowe, ciśnienie opłucnowe, właściwości oporowe dróg oddechowych, choroby obturacyjne, spirometria, właściwości podatne płuc i klatki piersiowej, choroby obturacyjne (rozedma) i restrykcyjne, surfaktant, ARDS, wpływ grawitacji, ventilation to perfusion ratio. Układ oddechowy w niewydolności serca: nadciśnienie płucne, fizjologiczna przestrzeń martwa, obrzęk płuc (grawitacja, dyfuzja), zależność wentylacji minutowej od produkcji CO₂ (duszność, peak exercise).

2) M. Darowski (2 godz.)

Struktura układu mechanicznego płuca-respirator. Parametry sztucznej wentylacji płuc. Respiratory do długotrwałej wentylacji płuc -wymagania, klasyfikacja. Struktura respiratora i jego podzespoły funkcjonalne. Metody wspomaganie oddychania i sztucznej wentylacji płuc. Metody odzwyczajania pacjenta od respiratora. Pomiar i monitorowanie zmiennych oddechowych podczas sztucznej wentylacji. Obliczanie wartości oporu dróg oddechowych i podatności płuc podczas sztucznej wentylacji. Problemy sterowania sztuczną wentylacją płuc. Stosowanie nowych metod wentylacji płuc. Optymalizacja parametrów wentylacji płuc. Tendencje rozwojowe w inżynierii wspomaganie oddychania

II. Wspomaganie układu sercowo-naczyniowego

3) K. Górczyńska (2 godz.)

Podstawowe pojęcia związane z hemodynamiką układu krążenia. Czynniki określające działanie serca na gruncie hemodynamiki. Petla pracy serca na płaszczyźnie ciśnienie- objętość. Wpływ zmian parametrów komory serca i układu krążenia na pętlę pracy serca i na rzut jednostkowy komory.

4) K. Górczyńska (2 godz.)

Urządzenia wspomagające pracę serca w sposób mechaniczny. Pompy niepulsacyjne i pulsacyjne. Wspomaganie układu krążenia w połączeniu szeregowym: pompa tętnica- tętnica, wewnątrzaoortalna pompa balonowa - hemodynamiczne kryteria jej stosowania i ocena efektywności wspomaganie. Paraaortalne urządzenia przeciw pulsacyjne. Nieinwazyjne wspomaganie przeciw pulsacyjne - sekwencyjne wspomaganie zewnętrzne. Wspomaganie układu krążenia w połączeniu równoległym: sprzężenie przedsionkowo-aoortalne, wspomaganie za pomocą sztucznej komory serca.

III. Matematyczne i hybrydowe modele układów oddechowego i sercowo-naczyniowego

- 5) T. Gólczewski (1 godz.) + K. Zieliński (1 godz.)

Sztuczne narządy a sztuczny pacjent; dyssypacja energii, gromadzenie energii potencjalnej i kinetycznej w układzie oddechowym i krążeniu - oporność, pojemność i inertancja; ich opis matematyczny; matematyczny model o stałych rozłożonych a komputerowy model o stałych skupionych [na przykładzie kapilar płucnych i oskrzeli średniego rzędu]; przykłady prostych modeli komputerowych w języku algorytmicznym. Modele fizyczne układów oddechowego i sercowo-naczyniowego z historycznego punktu widzenia. Wady i zalety modeli fizycznych i komputerowych. Wprowadzenie do modeli hybrydowych (fizyczno-komputerowych). Modelowanie komputerowe w czasie rzeczywistym.

- 6) K. Zieliński (2 godz.)

Interfejs fizyczno-komputerowy. Łączenie interfejsu fizyczno-komputerowego z modelem komputerowym. Przykłady prostych aplikacji modeli hybrydowych układu oddechowego i sercowo-naczyniowego. Rozwiązania modeli hybrydowych układów oddechowego i sercowo-naczyniowego dostępnych na rynku i w literaturze. Tendencje rozwojowe – hybrydowa oddechowo-krążeniowa platforma symulacyjna.

IV. Sztuczna nerka

- 7) M. Dębowska (2 godz.)

Budowa i funkcja nerek. Ostra niewydolność nerek. Przewlekła choroba nerek. Leczenie nerkozastępcze: zastępowanie wydalniczej i hormonalnej funkcji nerek. Historia dializoterapii vs nowinki w dziedzinie. Mechanizmy usuwania małych, średnich i dużych cząsteczek biochemicznych. Zaburzenia gospodarki kwasowo-zasadowej.

- 8) M. Dębowska (2 godz.)

Sztuczna nerka. Hemodializa. Hemofiltracja. Hemodiafiltracja. Dializa otrzewnowa (ciągła ambulatoryjna i automatyczna dializa otrzewnowa). Płyny dializacyjne. Ciągłe terapie nerkozastępcze. Dializa hybrydowa. Adekwatność dializy.

- 9) M. Dębowska (2 godz.)

Fizjologiczny i matematyczny opis procesów transportowych w czasie dializy. Mechanizmy transportu w dializie otrzewnowej. Dyfuzja, transport konwekcyjny, osmoza (czynniki osmotyczne małowcząsteczkowe i polimerowe), ciśnienie hydrostatyczne, absorpcja. Transport w hemodializatorach i hemofiltrach. Ultrafiltracja, zmiana objętości krwi.

V. Sztuczna trzustka i wspomaganie leczenia cukrzycy

- 10) P. Ładyżyński, P. Foltiński (2 godz.)

Budowa i funkcje trzustki. Homeostaza glukozy. Układ regulacji glukoza-insulina. Curzyca: definicja, epidemiologia i patogenez, typy, powikłania ostre i przewlekłe. Podział metod cukrzycy w zależności od typu. Insulinoterapia (konwencjonalna i intensywna). Metody monitorowania glikemii: podział ze względu na inwazyjność, częstość pomiaru, medium pomiarowe i metodę pomiaru, urządzenia do pomiaru stężenia glukozy.

11) P. Ładyżyński, P. Foltiński (2 godz.)

Monitorowanie stopnia wyrównania metabolicznego: wskaźniki kontroli glikemii (oparte na pomiarach stężenia glukozy i na pomiarach stężenia białek glikowanych). Rejestracja i przekazywanie danych na drodze pacjent-lekarz w monitorowaniu i leczeniu cukrzycy: tradycyjne i elektroniczne dzienniczki samokontroli, telemonitorowanie i teleopieka domowa w leczeniu cukrzycy (historia, budowa systemów, wyniki stosowania). Metody wspomaganie lekarza lub pacjenta w leczeniu cukrzycy (systemy usprawniające analizę danych, systemy wspomagające decyzję. Modele układu regulacji glukoza-insulina, algorytmy podawania egzogennej insuliny.

12) P. Ładyżyński, P. Foltiński (2 godz.)

Metody podawania egzogennej insuliny: podział, działanie insuliny podawanej różnymi drogami, urządzenia do dyskretnego i ciągłego dozowania insuliny (wstrzykiwacze, insulinowe pompy noszone drenowe i bezdrenowe, pompy implantowane, inhalatory). Transplantacja trzustki. Sztuczna trzustka: rodzaje, sposób działania i charakterystyka ogólna.

13) P. Ładyżyński, P. Foltiński (2 godz.)

Sztuczna trzustka - rozwiązania: biologiczne (przeszczep wysp trzustkowych), hybrydowe (mikro- i makroopłaszczyznie wysp trzustkowych oraz implanty wewnątrz- i zewnątrznaczyniowe), biochemiczne, elektromechaniczne (stacjonarne, noszone i implantowane). Sztuczna trzustka elektromechaniczna – etapy rozwoju, algorytmy dozowania insuliny i metody monitorowania glukozy.

VI. Sztuczna wątroba

14) A. Ciechanowska (2 godz.)

Historia pozaustrojowego oczyszczania krwi przy wykorzystaniu technik membranowych ze szczególnym uwzględnieniem sztucznej wątroby. Cele membranowego oczyszczania krwi. Krótkie omówienie zjawisk fizycznych wykorzystywanych w technikach membranowych. Budowa filtra membranowego. Afereza: separacja krwi, frakcjonowanie osocza krwi. Funkcje spełniane przez wątrobę – fizjologia wątroby. Wątroba – patologia, wskazania do leczenia wątrobozastępczego. Toksyny usuwane przy wykorzystaniu sztucznej wątroby. Rodzaje sztucznej wątroby (biologiczna, niebiologiczna).

15) A. Ciechanowska (2 godz.)

Sztuczna wątroba niebiologiczna. Omówienie budowy, zasad działania, wad i zalet systemów: SPAD - dializa albuminowa single – pass, Mars, Prometheus, ALEX. Sztuczna wątroba biologiczna: omówienie budowy, zasad działania, wad i zalet systemów, zastosowania i badania kliniczne systemów HepatAssist 2000" (hepatocyty odzwierzęce), oraz ELAD, Modular Extracorporeal Liver Support, AMC-BAL (hepatocyty ludzkie) i hiHep-based BAL (hepatocyty pozyskane z fibroblastów ludzkich). Sztuczna wątroba: przyszłość i kierunki badań.