

Patofizjologia układu pokarmowego

Zaburzenia przewodu pokarmowego

- Zaburzenia pobierania pokarmu
 - Spadek apetytu
 - Anoreksja
 - Zaburzenia gryzienia i żucia
 - Chondy żąbów
 - Zaburzenia polykania
- Zaburzenia pasażu treści pokarmowej
 - Skręt żołądka
 - Niedrożności jelit
- Zaburzenia trawienia
 - Zaburzenia trawienia w żołądku
 - Zaburzenia fermentacji w przedżołądkach
 - Zaburzenia trawienia w jelitach
 - Zaburzenia zewnątrzwydzielnicze trzustki
 - Zaburzenia funkcji wydzielniczych wątroby
- Zaburzenia wchłaniania
 - Zaburzenia wchłaniania w jelitach cienkich
 - Zaburzenia wchłaniania w jelitach grubych
 - Zaburzenia fermentacji w jelitach grubych
- Zaburzenia wydalania kału
 - Zaparcia
 - Biegunki

Zaburzenia polykania

- Achalazja przełyku – osłabienie ruchów perystaltycznych przełyku powiązane ze skurczem zwieracza wpustu żołądka
 - Rozszerzenie przełyku (megaoesophagus)
- Refluks żołądkowo-przełykowy – rozluźnienie zwieracza wpustu
 - Przedostawanie się treści żołądkowej do przełyku

Zaburzenia trawienia w żołądku

- Zaburzenia wydzielania soku żołądkowego
 - Niedokwaśność
 - Zanikowe zapalenie błony śluzowej
 - Proces autoimmunologiczny
 - » Zaburzenia wydzielania kwasu solnego
 - » Zaburzenia wydzielania IF (warunkuje wchłanianie wit. B¹²)
 - Nadkwaśność
 - Uszkodzające działanie kwasu solnego
 - Uszkodzające działanie pepsyny

Zaburzenia trawienia w żołądku

- Wpływ NSAIDs na błonę śluzową żołądka
 - Spadek syntezy prostaglandyn
 - Spadek wydzielania śluzu
 - Wzrost syntezy leukotrienów
 - Wzrost aktywności neutrofilów
 - Wytwarzanie wolnych rodników
 - Agregacja neutrofilii – spadek perfuzji
- Wpływ niedokrwienia na błonę śluzową żołądka
 - Tętnice żołądkowe na krzyżźnie większej nie mają anastomoz
 - Zwężenie naczyń szybko prowadzi do niedokrwienia błony śluzowej

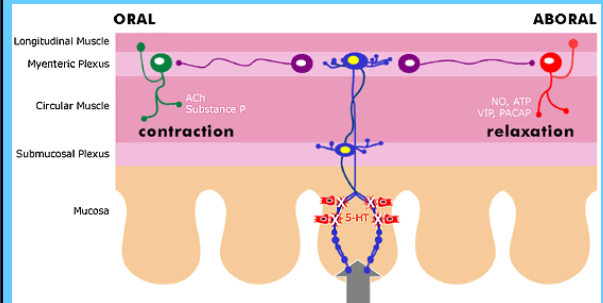
Zaburzenia w przedżołądkach

- Zaburzenia ruchowe
 - Regulacja ruchów żwacza i czepca za pośrednictwem łuków odruchowych nerwu błędnego
 - Hamowanie – bodźce bólowe
 - Pobudzanie – bodźce z chemo- i mechano-receptorów ściany żwacza
 - Nadmierne pobudzenie
 - Skrócenie pobytu treści w żwaczu
 - Zahamowanie
 - Skutki
 - Zatrzymanie ruchów mieszających
 - Zatrzymanie odruchu odykania
 - Zatrzymanie ewakuacji treści do ksiąg i trawienca
 - Nieprawidłowa fermentacja
 - Wzdęcie
 - Samozażarcie
 - Przyczyny
 - Kwasica lub zasadowica
 - Bodźce bólowe (żwacz, czepiec)
 - Przeładowania żwacza
 - Brak włókna surowego w paszy

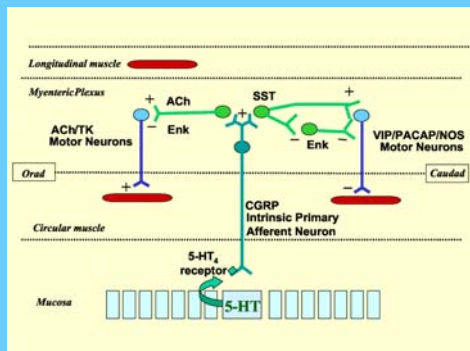
Zaburzenia fermentacji w żwaczu

- **Przyczyny**
 - Jakość paszy
 - Brak zbilansowania składników
- **Kwasica**
 - Przyczyny
 - Mała ilość włókna surowego
 - Duża ilość łatwostrawnych węglowodanów
 - Skutki
 - Produkcja dużych ilości kwasu mlekowego
 - Spadek pH (aż do 3.8)
 - Produkcja toksycznych amin
 - Wzrost ciśnienia osmotycznego
 - Przechodzenie wody do światła żwacza i odwodnienie organizmu
 - Kwasica metaboliczna
 - Altonia żwacza
- **Zasadowica**
 - Przyczyny
 - Pasza wysokobiałkowa
 - Nadmiar związków azotowych (mocznik, sole amonowe)
 - Skutki
 - Wysoka produkcja amoniaku
 - Wzrost pH (do 8.5)
 - Altonia żwacza
 - Zasadowica metaboliczna
- **Niestrawności**
 - Zmiana rodzaju paszy
 - Problemy adaptacji mikroflory i mikrofauny żwacza

Regulacja pasaży treści pokarmowej



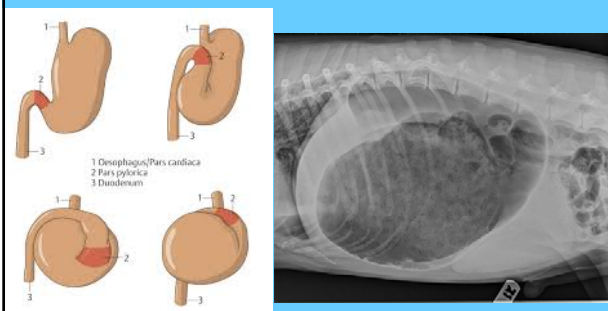
Regulacja pasaży treści pokarmowej



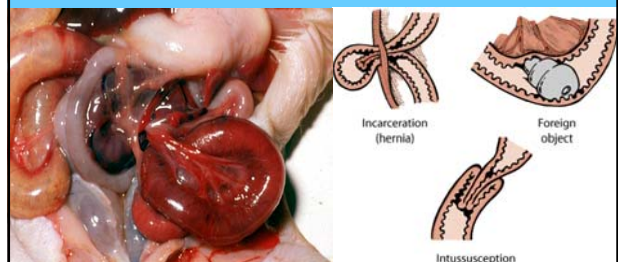
Zaburzenie pasaży treści pokarmowej

- Wzdęcie żołądka
- Skręt żołądka
 - Duże psy
- Niedrożności jelit
 - Na podłożu anatomicznym
 - Przeszkoda mechaniczna
 - Wgłobienie
 - Skręt pętli jelitowych
 - Na podłożu czynnościowym (odruchy trzewno-trzewne)
 - Spastyczna
 - Atoniczna
 - Zapalenie otrzewnej

Skręt żołądka



Niedrożności jelit



Niedrożność jelit

- W odcinku bliższym
 - Wymioty
 - Hypochloremia
 - Hypokaliemia
 - Odwodnienie
 - Kwasica lub zasadowica
- W odcinku dalszym
 - Zaburzenia wodno-elektrolitowe
 - Wymioty kałowe

Zaburzenia trawienia i wchłaniania

- Zaburzenie związane z żołądkiem
 - Niedokwaśność
 - Niedobór enzymów trawiennych
- Zaburzenia związane z jelitami
 - Zewnątrzwydzielnicza niewydolność trzustki
 - Niewystarczające wydzielanie żółci
 - Zbyt duża ilość kwasu solnego przedostającego się do dwunastnicy
 - Nie możność zobojętnienia przez sok trzustkowy
 - Zbyt szybki pasaż treści jelitowej
 - Resekcja części jelita cienkiego

Biegunka

- Biegunka osmotyczna pierwotna
 - Obecność w jelitach osmotycznie aktywnych substancji niewchłanianych
 - laktuloza
- Biegunka osmotyczna wtórna
 - Zaburzenia wchłaniania i pojawiający się na tym tle efekt osmotyczny
 - brak laktazy
- Biegunka hyperkinetyczna
 - Przyspieszenie perystaltyki
 - Nadczynność tarczycy
- Biegunka wydzielnicza
 - Zwiększenie wydzielania przez enterocyty szczycowej części kosmków jelitowych
 - cholera

Zaparcie

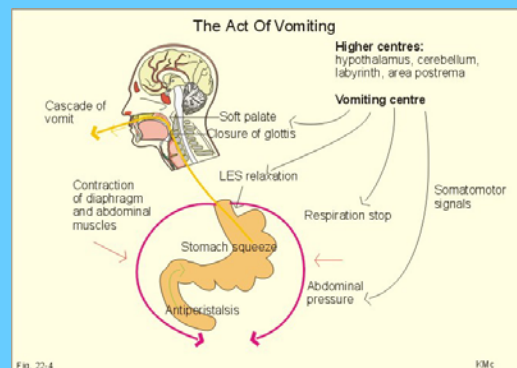
- Zaburzenia odruchu wypróżnienia
 - Odruch powstaje pod wpływem wzrostu ciśnienia
 - Może być jednak opanowany
 - Pojawia się ponownie przy następnym wzroście ciśnienia
 - Powstaje zaparcie nawykowe
 - Megacolon
- Zaparcia atoniczne
 - Niedoczynność tarczycy
 - Hyperkalcemia
 - Hypokaliemia
- Zaparcia spastyczne
 - Jelito drażliwe
 - Skurcz zwieracza odbytu przy objawach bólowych
- Zaparcie odbytnicze
 - Upośledzenie odruchu oddawania kału
 - Spadek wrażliwości mechanoreceptorów odbytnicy
 - Przy długotrwałym powstrzymywaniu odruchu wypróżnienia (psy)

Zaparcie

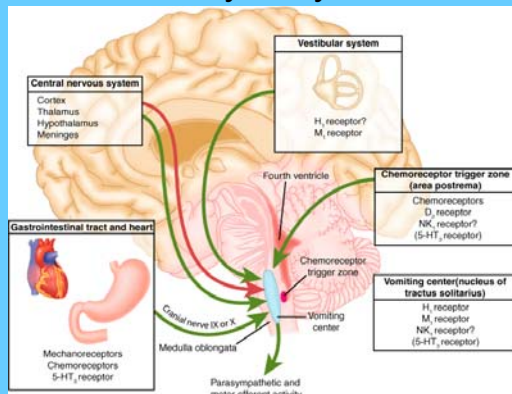
- Megacolon



Wymioty



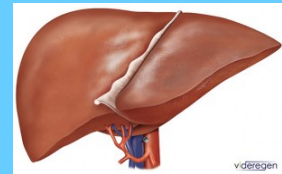
Wymioty



Zaburzenia pracy wątroby

• Całkowita niewydolność wątroby

- Przyczyny
 - Hepatektomia (doświadczalna)
 - Martwica wątroby
 - Zatrucie acetaminofenem
- Skutki
 - Encefalopatia wątrobowa
 - Śpiączka
 - Śmierć



Zaburzenia pracy wątroby

- Niewydolność ostra
 - Gorączka
 - Leukocytoza
 - Woń merkaptanów (fetor hepaticus)
 - Krwawienia
 - Spadek poziomu czynników krzepnięcia
 - Spadek poziomu fibrynogenu
 - Encefalopatia
 - Amonemia
 - Śpiączka

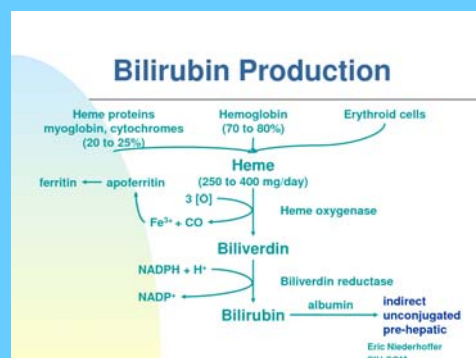
Zaburzenia pracy wątroby

- Niewydolność przewlekła
 - Niespecyficzne objawy
 - Spadek masy ciała
 - Zaburzenia żołądkowo-jelitowe
 - Drżenia mięśniowe
 - Obrzęki
 - Wodobrzusze
 - Encefalopatia
 - śpiączka
 - Żółtaczką w późniejszym okresie

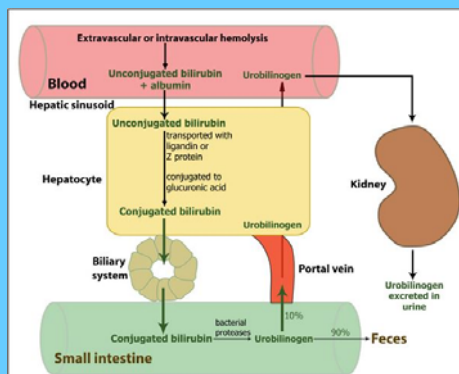
Zaburzenia pracy wątroby

- Zmiany w niewydolności
 - Hyperglikemia
 - Zwiększenie oporności na insulinę
 - Hypoglikemia
 - Zmniejszenie glukoneogenezy
 - Zmniejszenie glikogenolizy
 - Zmiany we frakcjach lipidowych
 - Wzrost VLDL
 - Spadek LDL
 - Spadek HDL
 - Wzrost poziomu kwasów tłuszczowych
 - Zaburzenia białkowo-aminokwasowe
 - Wzrost poziomu aminokwasów
 - Spadek poziomu białek
 - Spadek poziomu albuminy
 - Spadek poziomu fibrynogenu
 - Amonemia
 - Niedokrwistości
 - Zaburzenia metabolizmu bilirubiny
 - Żółtaczki

Bilirubina



Bilirubina



Żółtaczka

- Nagromadzenie w skórze i innych tkankach bilirubiny
- Powstaje w:
 - Chorobach wątroby
 - Nasilonej hemolizie krwi
- Skutki
 - Uszkodzenie OUN spowodowane akumulacją i toksycznym wpływem nieskoniugowanej bilirubiny

Żółtaczka hemolityczna

- Tzw. żółtaczka przedwątrobowa
- Zwiększone tworzenie bilirubiny w związku z nasilonym rozpadem erytrocytów
- Wzrasta poziom bilirubiny nieskoniugowanej we krwi
- Brak wydalanania bilirubiny z moczem
- Przyczyny
 - Hemoliza krwinek czerwonych
 - Nieefektywna erythropoeza
 - Niedobór wit. B¹²

Żółtaczka wątrobowa (mięszkowa)

- Upośledzenie
 - Wychwytu bilirubiny nieskoniugowanej
 - Sprzęgania bilirubiny z kwasem glukuronowym
 - Wydalania bilirubiny skonjugowanej z żółcią
- Wzrost
 - Poziomu bilirubiny sprzężonej we krwi
 - Wzrost bilirubiny niesprężonej we krwi
 - Wzrost poziomu bilirubiny sprzężonej w moczu

Żółtaczka zastoinowa

- Niedrożność wewnątrz- i zewnątrzwątrobowych dróg żółciowych
- Wzrost
 - Bilirubiny sprzężonej
 - Bilirubiny niesprężonej
 - Szybkie uszkodzenie mięszu wątroby przez żółć
 - Szkodliwy wpływ kwasów żółciowych
 - Fosfatazy alkalicznej
 - Cholesterolu
- Spadek
 - Urobilinogenu w moczu
 - Sterkobiliny (gliniaste, odbarwione stolce)
- Przyczyny
 - Obrzęk hepatocytów i zamknięcie kanalików żółciowych
 - Alkohol
 - Leki (chlorpromazyna, sterydy anaboliczne, estrogeny)
 - Zakażenia wirusowe
 - Zamknięcie dróg żółciowych zewnątrzwątrobowych
 - Kamienie żółciowe
 - Nowotwory

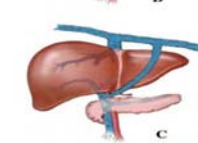
Zespolecie wrotno-czyczne

- Congenital (primary) portosystemic shunt

o Intrahepatic portosystemic shunt



o Extrahepatic portosystemic shunt



Zespolenie wrotno-czyczne

- Wrodzone
 - Jedno naczynie omijające wątrobę
 - Wewnątrzwątrobowe
 - Zewnątrzwątrobowe
- Nabyte
 - Wiele drobnych naczyń wytworzonych w wyniku długotrwałych zaburzeń krążenia wątrobowego
- Objawy
 - Encefalopatia wątrobowa
 - Zaburzenia widzenia
 - Poliuria
 - Polidypsja
 - Wymioty
 - Biegunka
 - Przedłużony czas wybudzania się ze znieczulenia
 - Wysoki poziom kwasów żółciowych we krwi
- Diagnostyka
 - Poziom amoniaku 30 min. po doustnym podaniu chlorku amonowego (100 mg/kg)

Stłuszczenie wątroby

- Dietetyczne
 - Nagłe zwiększenie metabolizmu tłuszczów
 - Nagłe spadki masy ciała wywołane ograniczeniem podaży kalorycznej
 - Bydło (cow fatty liver syndrome)
 - Koty (feline hepatic lipidosis)
- Toksyczne
 - zatrucia

Zaburzenia funkcji trzustki

- Niewydolność zewnątrzwydzielnicza trzustki (EPI, ZNT)
 - Idiopatyczne zanikowe zapalenie trzustki
 - Owczarki niemieckie
 - Przewlekłe zapalenie trzustki
 - Może mu towarzyszyć cukrzyca
 - Niski poziom trypsinogenu we krwi (TLI)

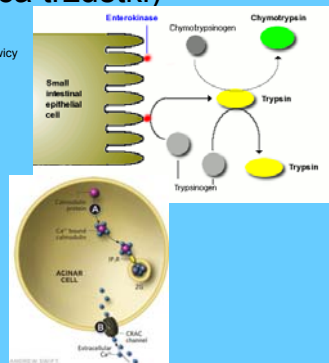


Przewlekłe zapalenie trzustki

- Spadek wydzielania wodorowęglanów
- Spadek wydzielania enzymów
 - Głównie lipaz
 - W mniejszym stopniu amylaz i proteaz
- Objawy niedoczynności zewnątrzwydzielniczej trzustki pojawiają się po utracie 75-90% aktywnego gruczołu
- Przyczyny
 - Idiopatyczne
 - Autoimmunologiczne
 - Zatory przewodach wyprowadzających
 - Niedokrwienie

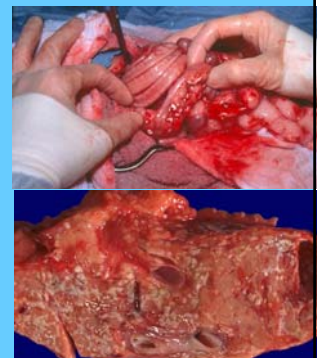
Ostre zapalenie trzustki (ostra martwica trzustki)

- Forma łagodna – przeważają objawy zapalenia
- Forma ciężka – przeważają objawy martwicy
- Przyczyny
 - Aktywacja proenzymów trzustkowych
 - Trypsinogen
 - Uszkodzenie komórek
 - Apoptoza (przy zachowanych kapszach komórkowych)
 - Nekroza (przy wyzerowanych kapszach komórkowych)
 - Infiltracja neutrofili
 - Ekspresja cytokin prozapalnych
 - Zmiany naczyniowe
 - Uszkodzenie otaczających tkanek
- Zmiany zaawansowane
 - Hypowolemia spowodowana wzrostem przepuszczalności naczyń
 - ARDS
 - DIC
 - Niewydolność nerek
 - Niewydolność krążenia
 - Krwawienia z żołądka i jelit



Ostre zapalenie trzustki

- Przyczyny
 - Urazy jamy brzusznej
 - Leki
 - Furosemid
 - Gliptyny (przeciwcukrzycowe)
 - Sulfonamidy
 - Tetracykliny
 - Salicylany
 - Azatiopryna
 - Merkaptopuryna
 - Kwas walpronowy
 - Infekcje wirusowe
 - Wysilek fizyczny (ekstremalny)
 - Wstrząs
 - Niedokrwienie



Patofizjologia nerek i układu wydalniczego

Funkcje nerek

- Wydalanie substancji azotowych (azot pozabiałkowy)
 - Mocznik
 - Kreatynina
- Regulacja gospodarki wodno-elektrolitowej
 - Wydalanie
 - Wody
 - Sodiu
 - Potasu
 - Wapnia
 - Magnezu
 - Chlorków
 - Fosforanów
- Regulacja równowagi kwasowo-zasadowej
 - Wydalanie
 - Wodorowęglanów
 - Jonów wodorowych
- Wpływ na układ krwiotwórczy
 - Erytropoetyna
- Wpływ na układ kostny
 - 1,25-hydroksy-D₃
- Wpływ na ciśnienie tętnicze

Zmiany objętości moczu

- Wielomocz (poliuria) – wydalanie znacznie zwiększonej ilości moczu o zmniejszonym ciężarze właściwym
- Małomocz (oliguria) - wydalanie znacznie zmniejszonej ilości moczu
 - Oligurii NIE MUSI towarzyszyć zwiększenie ciężaru właściwego
- Bezmocz (anuria) – wydalanie krańcowo małej ilości moczu (u człowieka poniżej 50 ml/dobę)

Zmiany zagęszczania moczu

- Ciśnienie osmotyczne moczu zależy głównie od jonów sodu
- Wskaźnik osmolarności moczu do osmolarności osocza jest tzw. wskaźnikiem stenuirii (U/P)
- Sprawna nerka zagęszcza mocz do wartości U/P = 4
- Izostenuria – U/P = 1
 - Nerka traci zdolność do zagęszczania i rozcieńczania moczu
- Hypostenuria – U/P < 2,8
 - Nerka w warunkach ograniczonej podaży wody nie jest w stanie zagęścić moczu bardziej niż 3-krotnie w stosunku do osocza
- Astenuria – U/P < 0,15

Zmiany zagęszczania moczu

- Diureza wodna – wydalanie zwiększonej ilości hypotonicznego moczu po wypiciu dużej ilości wody
 - Zahamowanie wydzielania wazopresyny
- Diureza osmotyczna – wydalanie dużej ilości wody po podaniu substancji (np. mannitol) przechodzących do moczu pierwotnego, ale nie wchłaniających się w kanalikach
 - Woda zostaje zatrzymana w moczu pierwotnym

Białkomocz

- Fizjologiczny – białko wydane do moczu pierwotnego (u szczura 150 mg/l) jest wchłaniane całkowicie w kanalikach nerkowych
 - Do moczu wtórnego przechodzą niewielkie ilości albumin i innych białek o m.c. < 200 kDa
 - Nerka wydalą niewielkie ilości białek
 - Białko w moczu może być pochodzenia POZANERKOWEGO
 - Wydzieliny układu rozrodczego
 - Zmiany patologiczne w pęcherzu
 - Przykłady
 - Białkomocz wysiłkowy
 - Obniżone ukrwienie nerek
 - Białkomocz z ożębienia
 - Obniżone ukrwienie nerek
 - Białkomocz w gorączce
 - Zaburzenia metabolizmu nerek
- Patologiczny
 - Selektywny – wydalanie tylko białek o małej masie cząsteczkowej
 - Albuminy
 - Nieselektywny – wydalanie białek o wysokich masach cząsteczkowych
 - Globuliny
 - Albuminy

Białkomocz patologiczny

- Białkomocz przedkłębkowy – przesączenie do moczu białek normalnie we krwi nieobecnych przez niezmienione kłębki nerkowe
 - Mioglobinuria (rozpad mięśni szkieletowych)
 - Hemoglobinuria (rozpad erytrocytów)
 - Proteinuria monoklonalna (w przebiegu szpiczaka)
- Ilość przesączonego białka przekracza możliwość wchłaniania zwrotnego w kanalikach nerkowych
 - Próg nerkowy dla Hb – 1500 mg/l
- Białkomocz kłębkowy – uprzesączenie białek przez uszkodzony śródbłonek i błonę podstawną naczyń kłębkowych
 - Różne białka
 - O niskiej masie cząsteczkowej
 - O wysokiej masie cząsteczkowej

Białkomocz patologiczny

- Białkomocz kanalikowy – zmniejszenie wchłaniania zwrotnego białek w uszkodzonych kanalikach nerkowych
 - Odmiedniczkowe zapalenie nerek
- Białkomocz zakanalikowy – wydalenie z moczem białek wysieku zapalnego przy procesach toczących się w
 - Miedniczkach nerkowych
 - Moczowodach
 - Pęcherzu moczowym
 - Cewce moczowej

Zespół nerczycowy (*nephrosis*, nefropatia białkogubna)

- Objawy
 - Białkomocz
 - Hypoproteinemia
 - Dysproteinemia
 - Obrzęki
 - Hyperlipidemia
- Przyczyny
 - Uszkodzenie naczyń kłębków nerkowych i zwiększenie przepuszczalności dla dużych cząsteczek
 - Utrata białka z moczem
 - Hypoproteinemia
 - » Obrzęki
 - » Hypowolemia wtórna
 - Dysproteinemia
 - » Utrata różnych frakcji białkowych w różnym stopniu
 - Obrzęki
 - » „głodowe”
 - Hypowolemia
 - » Wtórny hyperaldosteronizm
 - Hyperlipidemia
 - » Zwiększona synteza VLDL
 - » Zmniejszony katabolizm LDL
 - » Lipiduria (HDL)

Ostra niewydolność nerek

- Przednerkowa – nagłe obniżenie ciśnienia tętniczego powoduje zanik ciśnienia filtracyjnego
 - Pojawia się oliguria (do anurii)
- Nerkowa –
 - ostre uszkodzenie nabłonków kanalików
 - Czynniki toksyczne
 - Niedotlenienie (ostra martwica kanalików)
 - Niedrożność kanalików (mioglobinuria, hemoglobinuria)
 - Ostre uszkodzenie kłębków nerkowych
 - DIC
 - Ostre zapalenie kłębków nerkowych
- Ponerkowa
 - Zablockowanie odpływu moczu
 - Kamienie w moczowodach
 - Zablockowanie odpływu moczu z pęcherza

Przewlekła niewydolność nerek (PNN)

- Uszkodzenie różnych nefronów zachodzi w różnym czasie
- Spadek liczby sprawnych nefronów jest kompensowane wzrostem wydolności pozostałych
- Nerka posiada znaczną rezerwę czynnościową (poziom mocznika u człowieka wzrasta po utracie 70% nefronów)
 - Dobowa diureza spada po utracie 80% nefronów
 - Mocznica rozwija się po utracie 90% nefronów
- Narasta kwasica metaboliczna
 - Spadek wydalania H^+
 - Spadek wchłaniania HCO_3^-
 - Kompensacyjna hypokapnia
 - Zwężenie naczyń mózgowych (encefalopatia)
- Hyperkaliemia
- Hypokalcemia
 - Brak syntezy 1,25-hydroksy D_3
 - Brak tęczyki w wyniku wzrostu frakcji wapnia zjonizowanego

Przewlekła niewydolność nerek (PNN)

- Wpływ na inne układy
 - Układ krwiotwórczy
 - Niedokrwistość
 - Zwiększona hemoliza
 - » Tokyczny wpływ gromadzących się metabolitów
 - Zmniejszona odnowa szpikowa
 - » Spadek uwalnianie erytropoetyny
 - Nadciśnienie tętnicze
 - Zatrzymanie wody i sodu
 - Zwiększone wydzielanie reniny (względne)
 - Układ kostny
 - Zmniejszenie syntezy kalcytriolu
 - Zwiększenie uwalniania parathormonu
 - » Hyperfosfatemia zmniejsza stężenie wapnia
 - Osteodystrofia
 - Układ nerwowy
 - Encefalopatia mocznicowa
 - » Śpiączka mocznicowa
 - Układ pokarmowy
 - Spadek apetytu
 - Wymioty
 - Niedokwasota żołądkowa
 - Zmiany skórne
 - Świąd
 - Mocznik wydany z potem jest metabolizowany przez bakterie z uwolnieniem amoniaku
 - „Szron mocznicowy”

Mocznica

- Podwyższony poziom mocznika we krwi w stanie zaawansowanej niewydolności nerek
 - Wzrost stężenia mocznika
 - Hyperkaliemia
 - Hyperfosfatemia
 - Hypokalcemia
 - Kwasica metaboliczna
 - Obniżenie wydalania jonów wodorowych
- Zatrucie związkami aromatycznymi (guanidyna i jej pochodne, tyrozyna, tryptofan)
- Podwyższenie poziomu parathormonu
 - Kości
 - Serce
 - Mięśniówka naczyń krwionośnych
 - OUN