

Eliminační metody

MUDr. Anna Valeriánová, Ph.D.

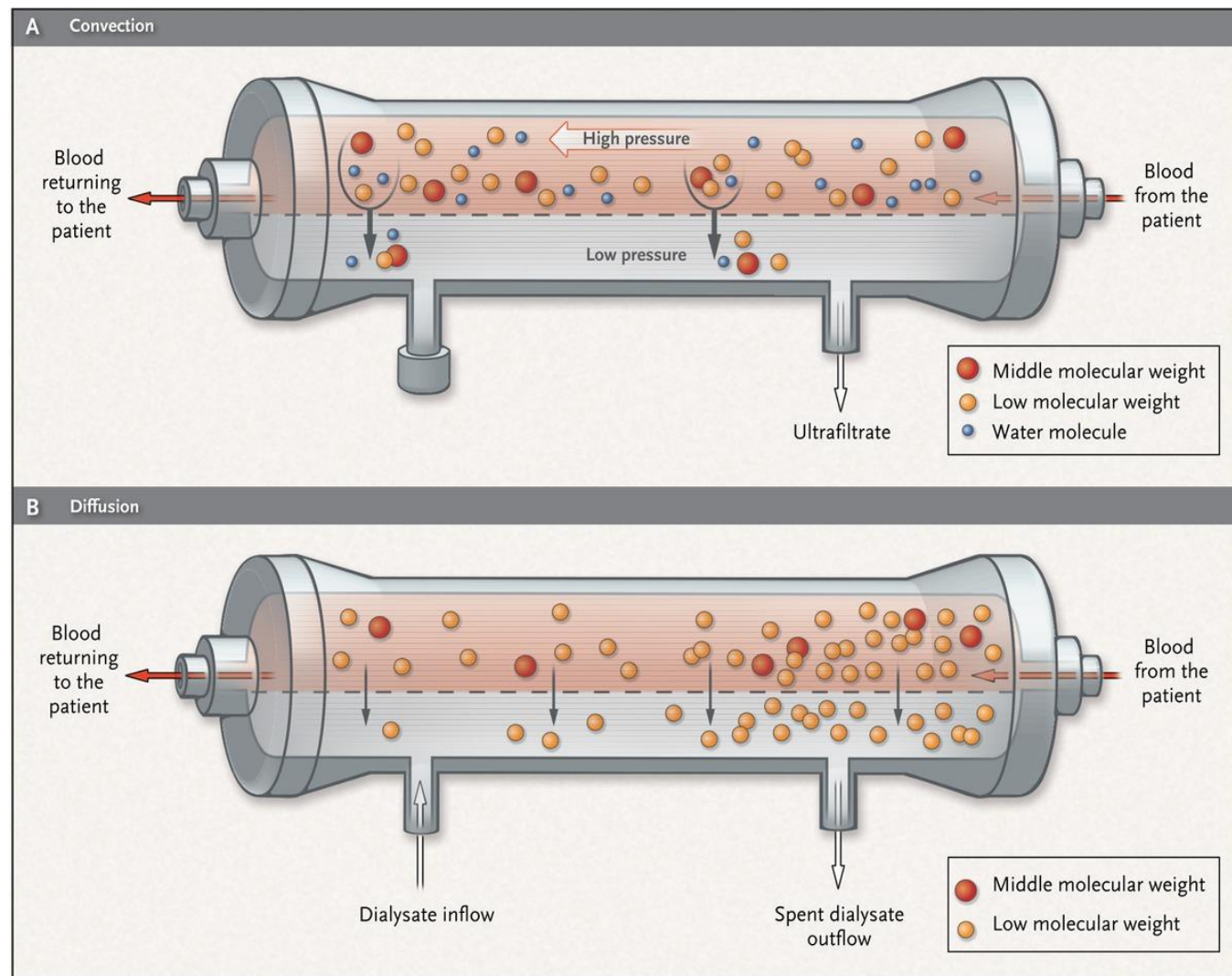
III. Interní klinika 1. LF UK a VFN v Praze



Principy

- Veno-venózní okruh, krev v okruhu poháněna peristaltickou pumpou
- Odstranění tekutiny – ultrafiltrace
 - Tekutina podle tlaku přes hemofiltrační membránu
- Odstranění solutů
 - Konvekce
 - Difuze
 - Kombinace obou předchozích

Konvekce – soluty procházejí přes semipermeabilní membránu na základě hydrostatického tlaku; malé a středně velké molekuly



Difuze – přechod solutů přes semipermeabilní membránu na základě koncentračního gradientu; malé molekuly

Indikace k zahájení CRRT

Absolutní indikace	Ostatní
Hypervolémie/plicní edém rezistentní k farmakoterapii	Hemodynamická nestabilita
Anurie > 12h/Oligurie > 24h (pod 0,3 ml/kg/h)	Udržení vyrovnaných tekutinových bilancí
Hyperkalémie > 6,5 mmol/l nebo působící arytmie	Katabolické stavy (rhabdomyolýza)
Těžká metabolická acidóza (pH < 7,1)	Sepse
Urémie > 30 mmol/l nebo symptomy (nauzea, zvracení, průjem, svědění, perikarditida)	Poruchy elektrolytů (hypernatrémie, hyperkalcémie)
Non-renální (intoxikace, hypertermie, jaterní selhání)	Zvýšený intrakraniální tlak

Městnavé srdeční selhání refrakterní k diuretické terapii

Načasování zahájení CRRT

- Časné zahájení nemá benefit, není rozdíl v mortalitě
 - *The Artificial Kidney Initiation in Kidney Injury trial (NEJM, 2016; 375:122-133)*
 - *The Initiation of Dialysis Early versus Delayed in the Intensive Care Unit (NEJM, 2018; 379:1431-1442)*
 - *Standard versus Accelerated Initiation of Renal-Replacement Therapy in Acute Kidney Injury (NEJM, 2020; 383:240-251)*
- Pozdější zahájení CRRT
 - Dřívější obnova renálních funkcí
 - Méně katéetrových infekcí

Doporučení KDIGO pro AKI (2012)

5.5.1: Zahájit RRT bezprostředně při život ohrožujících změnách v tekutinové, acidobazické nebo iontové rovnováze.

5.5.2: Zvážit širší kontext, přítomnost podmínek, které mohou být modifikovány pomocí RRT, a trendy laboratorních výsledků – spíše než jednotlivé hodnoty urey a prahových hodnot kreatininu – při rozhodování o zahájení RRT.

Volba cévního přístupu

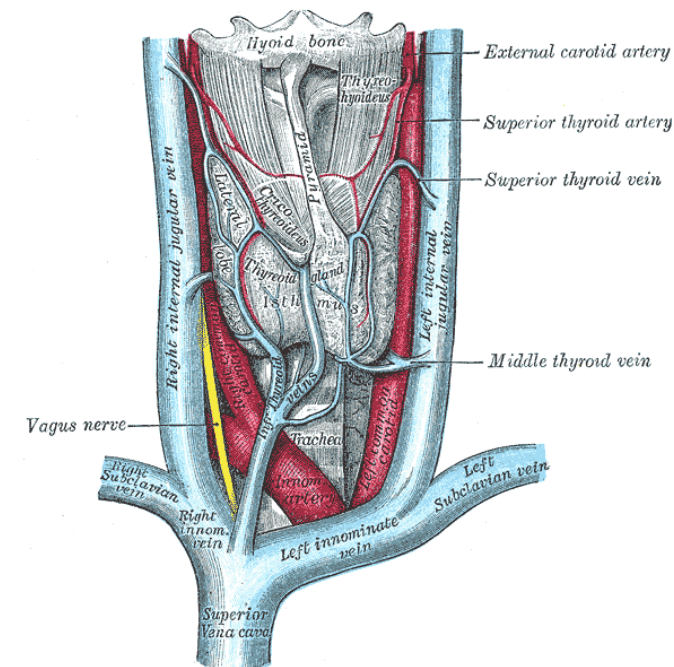
- Zavádění katétru - punkce pod UZ kontrolou
- Ideální lokalizace:
 - Horní řečiště – konec katétru při ústí VCS do pravé síně
 - Dolní řečiště – při ústí VCI do pravé síně

	Insertion location	Catheter length
1	Right internal jugular	15 cm
2	Right or left femoral	25 cm
3	Left internal jugular	20 cm
4	Dominant limb sub-clavian	Right: 15–20 cm, left: 20 cm
5	Non-dominant limb sub-clavian	Right: 15–20 cm, left: 20 cm

Huriaux et al., Anaesth Crit Care Pain Med., 2017

Volba cévního přístupu

- Místo zavedení:
 - Preferovat horní končetinu nad dolní končetinou
 - Při zavedení preferovat přístup na druhé straně než bude trvalý přístup k dialýze (CVC zhoršuje průchodnost AVF/AVG)
 - U pacientů s CKD 5, kteří by později mohli podstoupit Tx ledviny, preferovat jiný než femorální přístup (volné ilické řečiště)
- Pořadí dle preferencí:
 - VJI dx. – v. femoralis – VJI sin. – v. subclavia (preferovat dominantní stranu)
- U katétrů ve VJI sin. častější malfunkce katétru v porovnání s VJI dx.



Možnosti náhrady funkce ledvin

- CRRT
 - Kontinuální venovenózní hemodialýza – CVVHD
 - Kontinuální venovenózní hemofiltrace – CCVH
 - Kontinuální venovenózní hemodiafiltrace – CVVHDF
 - Pomalá kontinuální ultrafiltrace - SCUF
- IHD
- SLED – sustained low efficiency dialysis
 - Přístroj na IHD
 - Na 8-12 hodin, nižší průtok krve i dialyzačního roztoku
 - Lépe tolerována než IHD
- Není rozdíl v mortalitě mezi IHD a CRRT

Intermitentní hemodialýza

Výhody	Nevýhody
Rychlé odstranění molekul	Horší hemodynamická tolerance (hypotenze u 20-30 % pacientů)
Rychlé odstranění většího množství tekutin	Horší kontrola tekutinové bilance
Levnější	Nevhodná při nitrolební hypertenzi
	Riziko dysekvilibračního syndromu

Kdy preferovat: těžká symptomatická hyperkalémie, těžké intoxikace dialyzovatelnými jedy – lépe eliminuje toxiny

Kontinuální eliminační metoda

Výhody	Nevýhody
Větší eliminace tekutin při nižším riziku hypotenze	Nutnost antikoagulace
Menší riziko vzestupu intrakraniálního tlaku	Imobilizace pacienta
Lepší možnost nutrice, kontroly bilancí	Méně prostoru na léčebné a diagnostické zákroky
Lepší kontrola vnitřního prostředí	Dražší
	Technicky komplikovanější

Kdy preferovat: hemodynamická nestabilita, akutní respirační insuficience, edém mozku, srdeční selhání, jaterní selhání

CVVHD vs. CVVH

CVVHD

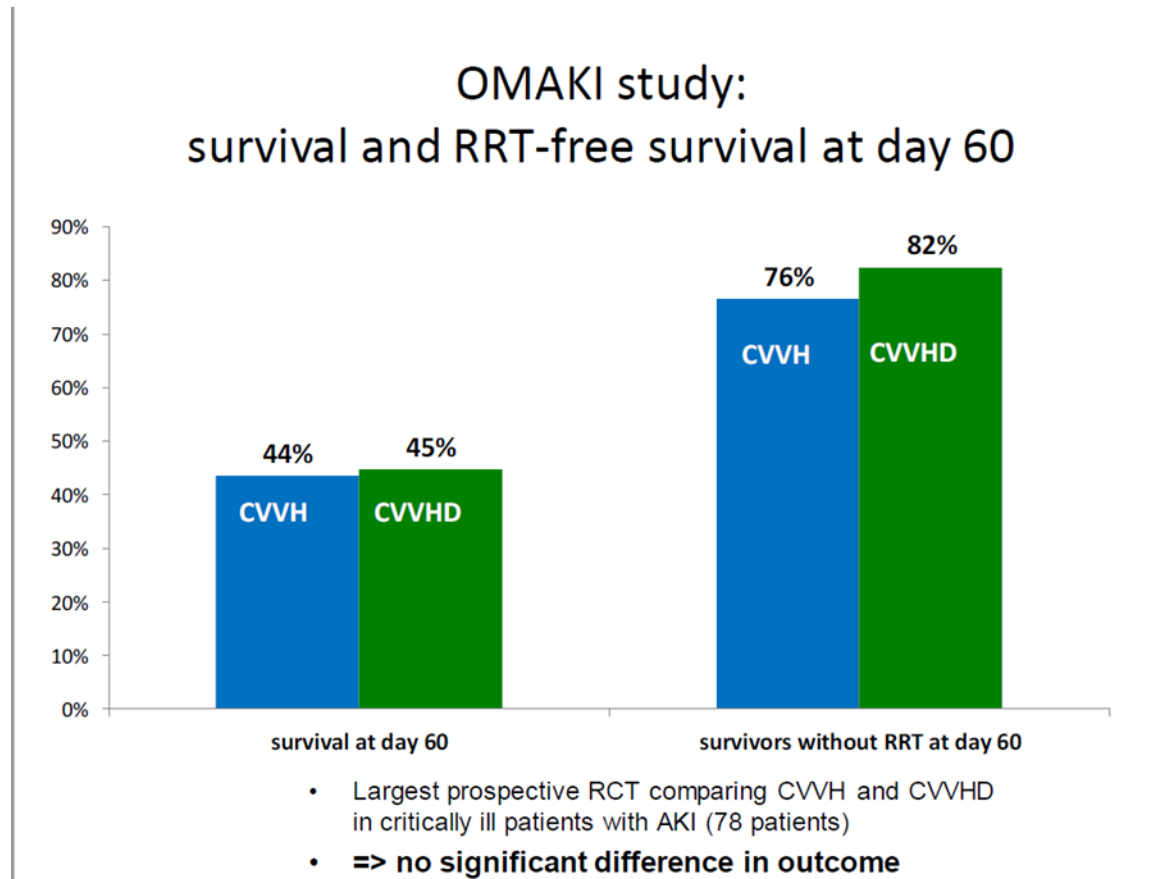
- Odstranění solutů difuzí
- Méně efektivní na velké molekuly

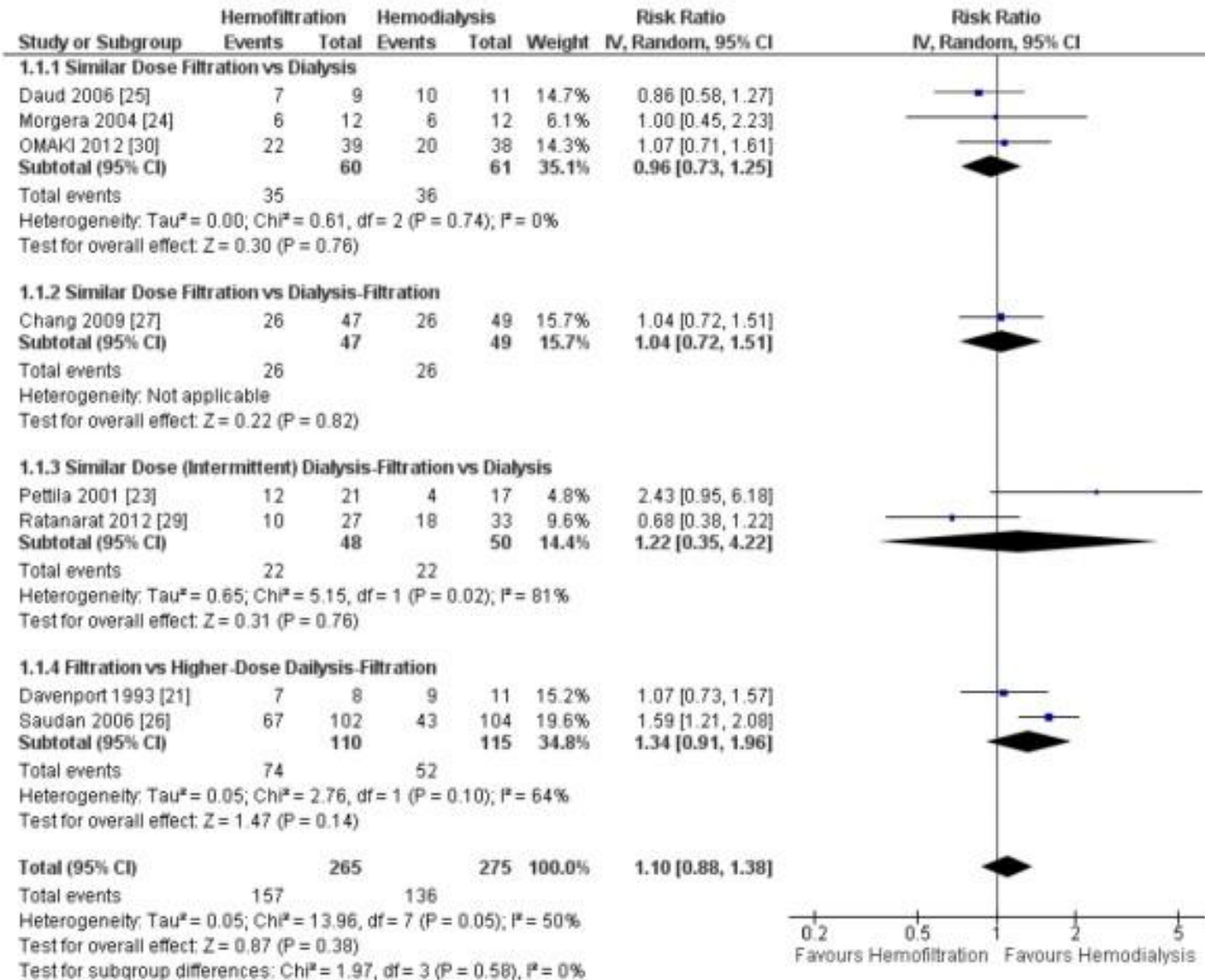
CVVH

- Odstranění solutů konvekcí – podle velikosti pórů v membráně
- Výhodnější u sepse – odstranění cytokinů?
 - Ve studiích bez efektu na outcome

CVVH vs. CVVHD

OMAKI study:
survival and RRT-free survival at day 60





Metaanalýza CVVH vs. CVVHD

- Není rozdíl v mortalitě
- U přeživších není rozdíl v následné závislosti na HD

Antikoagulace

- **Citrát** – první volba dle doporučení KDIGO
 - Výhoda: regionální deplece ionizovaného Ca v okruhu
 - Rizika:
 - Metabolická alkalóza – produkce bikarbonátu
 - Porucha metabolismu citrátu u jaterního selhání, septického šoku – riziko akumulace citrátu
 - Hypernatrémie, hypofosfatémie, hypomagnesémie
 - Negativní bilance Ca – zvýšená kostní resorpce

5.3.1: In a patient with AKI requiring RRT, base the decision to use anticoagulation for RRT on assessment of the patient's potential risks and benefits from anticoagulation (see Figure 17). (Not Graded)

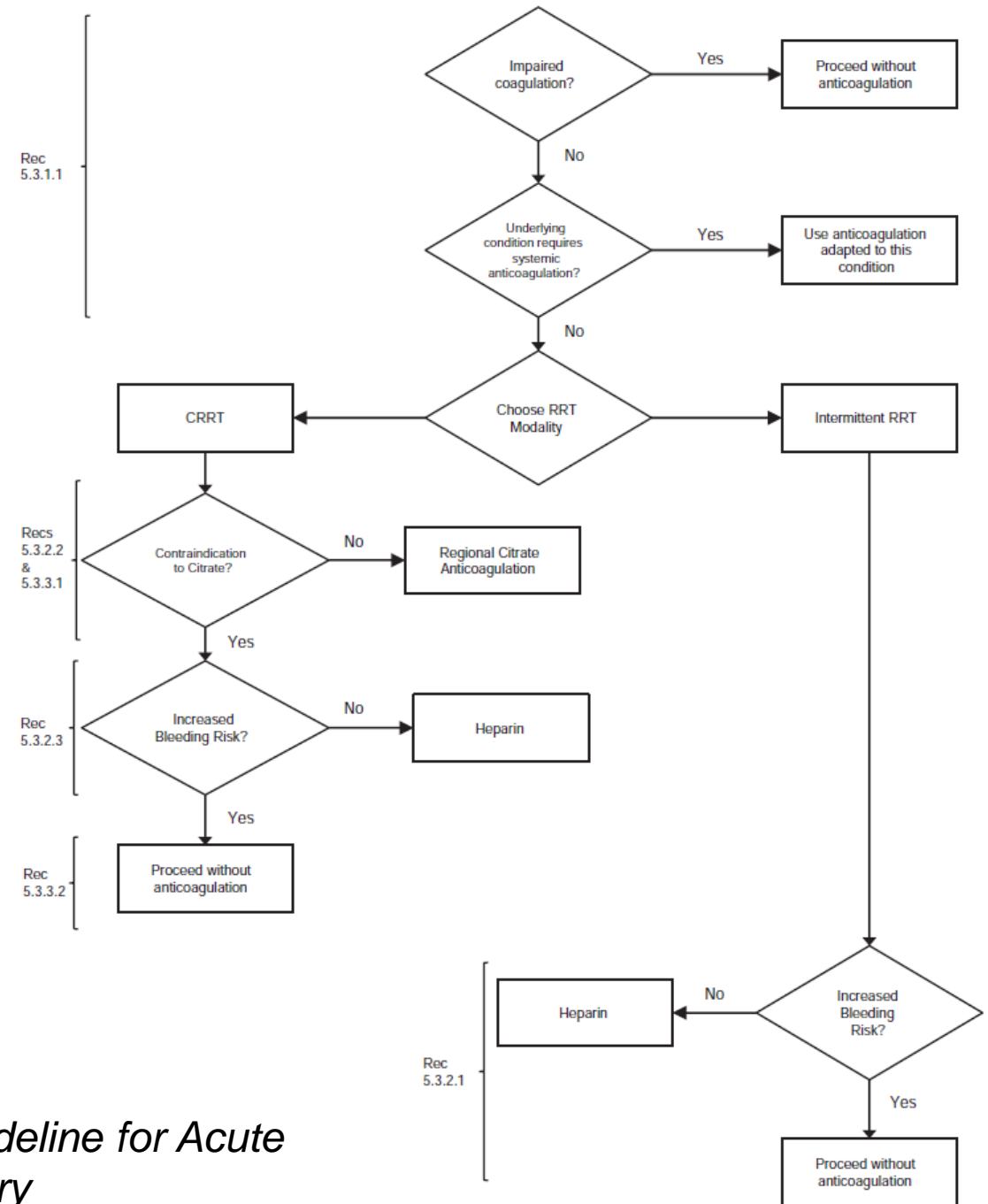
5.3.1.1: We recommend using anticoagulation during RRT in AKI if a patient does not have an increased bleeding risk or impaired coagulation and is not already receiving systemic anticoagulation. (1B)

5.3.2: For patients without an increased bleeding risk or impaired coagulation and not already receiving effective systemic anticoagulation, we suggest the following:

5.3.2.1: For anticoagulation in intermittent RRT, we recommend using either unfractionated or low-molecular-weight heparin, rather than other anticoagulants. (1C)

5.3.2.2: For anticoagulation in CRRT, we suggest using regional citrate anticoagulation rather than heparin in patients who do not have contraindications for citrate. (2B)

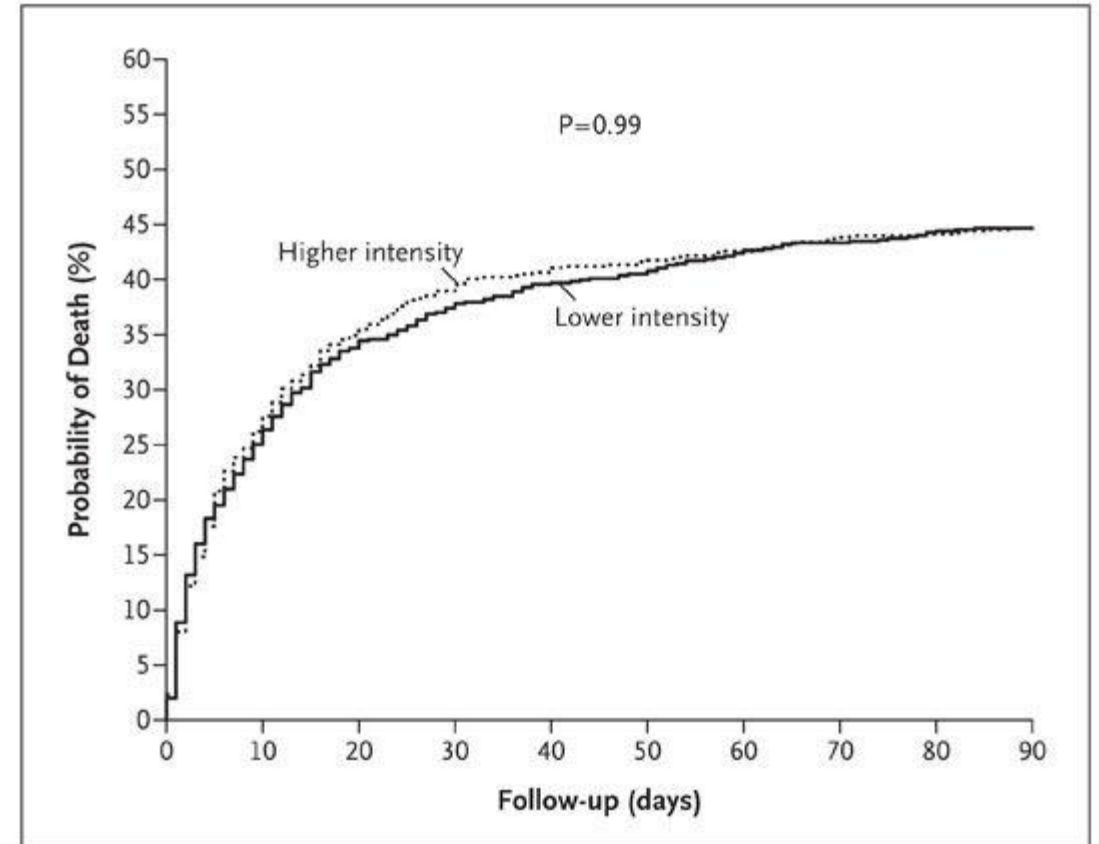
5.3.2.3: For anticoagulation during CRRT in patients who have contraindications for citrate, we suggest using either unfractionated or low-molecular-weight heparin, rather than other anticoagulants. (2C)



KDIGO guideline for Acute Kidney Injury

Jaká intenzita CRRT?

- Studie ATN (Acute Renal Failure Trial Network) – 1124 pacientů s AKI
 - IHD, SLED nebo CVVHDF
 - Intenzivní (pro CRRT Qd 35 ml/kg/h) vs. méně intenzivní (pro CRRT Qd 20 ml/kg/h)
- RENAL Replacement Therapy Study (2009, NEJM)
 - 40 ml/kg/h vs. 25 ml/kg/h
- **Není vliv na mortalitu**



NEJM, 2009, RENAL trial

Ukončení

- Není jasné kritérium
- Obnova renálních funkcí
 - Práh: diuréza nad 450 ml/24 hod (Uchino et al., Crit Care Med, 2009)
- Přejít na jinou metodu náhrady funkce ledvin (IHD)

Modelové nastavení CVVHD

1. Určení dialyzační dávky (20-25ml/kg/hod)
2. Výpočet Q_d (průtok dialyzátu): hmotnost pac. X dialyzační dávka (ml/hod)
3. Výpočet Q_b : $Q_d / 20$ (ml/min)
4. Ultrafiltrace: přičíst průtok citrátu; ne víc než 1,5-2 ml/kg/h
5. Natriumcitrát 4% rychl. 160-200ml/hod (dle vstupní kalcemie)
6. $CaCl_2$ rychl. 5ml/hod (u Ca gluc. 2x rychleji)
7. První odběr Ca^{2+} v okruhu a pacientovi za 30min a dále à 6hod
8. Astrup à 6hod
9. Mg, P á 24hod, Ca min. à 24hod (Ca index)

Co když má pacient na CRRT...

Metabolickou alkalózu	Metabolickou acidózu
Snížení průtoku krve (Q_b)	Zvýšení průtoku krve (Q_b)
Zvýšení průtoku Q_d	Snížení Q_d
Omezení dodávky exogenních pufrů (bikarbonát ve vacích, citrát v krevních derivátech...)	Při akumulaci citrátu – snížit/zastavit dodávku citrátu, zvýšit dialyzační dávku

Děkuji vám za pozornost.