

└─ Einleitung

└─ Einleitung

- Klassisches Dosieren: Input basiert – „Wieviel braucht ein Patient mit diesem Gewicht, Größe, Alter? (Ist das die richtige Frage?)“
- Klassisches Dosieren: Bolus und Infusionsrate → Erwartung: Konstante Wirkung.
- In Anästhesiologie: Situatives dosieren – Entsprechend der benötigten Wirkung.
- In Anästhesiologie: „steuern“ der Wirkung

- Haben sie sich schon überlegt, warum sie Gewicht in die Dosierung einbeziehen?  
Beispiel machen:  $50 \text{ kg} \times 2 \text{ mg Propofol}$ ;  $100 \text{ kg} \times 2 \text{ mg}$
- Begriffe: Kumulation, therapeutisches Fenster etc.
- Wichtig ist es die Wirkung zu beurteilen  
Nicht Packungsprospekt = Input; Sondern, was braucht der Patient?
- Welche Ziele verfolgen sie? :: Schlaf, evt. schnell Einschlafen, Analgesie, Blutdruck, Herzfrequenz, schmerzfrei Aufwachen, genügend Atmen, Reflexe etc.

## └ Grundlagen

## └ Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

- Pharmakokinetik beschreibt was der Körper mit dem Medikament macht.
- Pharmakodynamik beschreibt was das Medikament mit dem Körper macht

- Beschreiben der zwei Sätze!
- Zeichnen: Blut - Organe - Umverteilung - Wirkort - Wirkung
- Wenn ein Medikament i.v. verabreicht wird, wird es im Blut verteilt, in verschiedene Organe verteilt und in einigen Organen metabolisiert. Der Körper „macht“ etwas mit dem Medikament.
- Am Wirkort entfaltet das Medikament seine Wirkung (Rezeptor). Das Medikament „macht“ etwas mit dem Körper.
- Cylinder: Kinetik - Input: Höhe des zentralen Kompartiments entspricht Konzentration, ist abhängig was der Körper mit dem Input macht.

- Bolus (Menge, „Dosis“)
- Konzentration: Menge pro Volumen
- Infusionsrate (Infusionsgeschwindigkeit)

- Menge in ein Volumen: Substanz verteilt sich homogen  $\Rightarrow$  Konzentration.  $V=10L$ , 100 mg? 200 mg? - Umgekehrt: 500 mg, Konzentration: 50 mg/ L - Vol?; Zeigen: Nicht homogene Verteilung: sehr grosse VertVol. Scheinbares Verteilungsvolumen! Rechnerisch!
- Hohe Konzentration = hohe Wirkung. (Organ badet im Medikament das im Blut gelöst ist.)
- Dosis resp. Infusionsrate  $\neq$  Konzentration! (Cylinder: Custom 10 L, IR 10;; 10,30,100 ... dann Fentanyl: IR 2)
- Konzentrationsgradient beachten! Nach Stop, in welche Richtung bewegt sich das Medikament?
- Infusionsgeschwindigkeit: Volumen pro Zeit, Verdünnung des

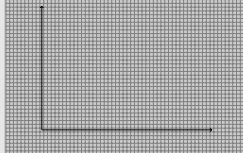
## └ Wirkung

└ Was sollten wir am „Infusionsgerät“ einstellen?

- Erwartung: Einstellung „korreliert“ mit Wirkung.
- Wie sieht das bei einem Bolus aus?
- Wie sieht das bei einer konstanten Infusion aus.

- An Verdampfer stellen wir eine Konzentration ein
- Bei i.v. Anästhesie
- Simulation konstante Infusion Alfentanil:  
15 min IR: 50  $\Rightarrow$  Conc.: 64  
bis 30 min. IR: 100  $\Rightarrow$  Conc.: 92.5 dann wieder 50  $\Rightarrow$   
Concentration steigt eher an!

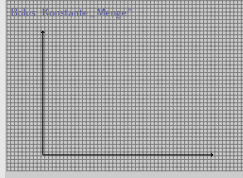
└ Wirkung

└ Konzentration am Wirkort  $\Rightarrow$  Wirkung

- Rezeptoren - endliche Zahl
- Höhere Konzentration: Keine zusätzliche Wirkung
- Begriff der Potenz:  $\neq$  Stärke: Bedeutung - Zusammenhang zu Sensitivität
- Therapeutische Fenster
- Vorstellung haben wie die Kurve bei einem Patienten verläuft. Steilheit abschätzen.
- Verstehen warum aufwachen so unterschiedlich sein kann

└ Input

└ Bolus: Konstante „Menge“



- Zeichnen: 1 Kompartiment, Injektion, dann mit Cylinders.
- Konzentration fällt in jedem Intervall auf die Hälfte ab
- Zeichenn Abfall über Zeit

└ Input

└ Konstante Infusion: Konstante „Rate“



- Zeichnen: Minuten Intervall: Jede Minute wird eine bestimmte Menge verabreicht. 100 mg/min in 10 L
- Konzentration würde einfach ansteigen, wenn keine Elimination.
- Simulation mit Cylinder 1 Kompartiment ( $Cl = 0$ )
- Mit Elimination
- Auf X-y zeigen wie das passiert. (Behandelt eigentlich schon Elimination)

Es ist etwas Komplexer!

Kompartimente zeichnen.

Zeigen, dass Medi in zentrale Kompartiment verabreicht werden

Zeigen der Verteilung

Weglassen der Umverteilung

Annahme, dass Elimination proportional zu Konzentration.

Cylinder: Propofol - IR: Erklären der dicke der Pfeile = Menge.



## └ Elimination

## └ Elimination, Grundsätzliches

- Eliminationsrate – Menge die pro Zeit eliminiert wird
- Eliminationsrate abhängig von der Konzentration
- Achtung: Die Zufuhrate ist mit einer konstanten Infusions konstant!

● ...

└ Elimination

└ Clearance: Volumen pro Zeit

- Beschreibt Volumen das pro Zeit „gereinigt“ wird.
- Proportionalitätskonstante: Eliminationsrate in Beziehung zu Konzentration.
- Wenn Konzentration hoch: Eliminationsrate hoch
- Wie hoch kann die Eliminationsrate maximal werden?

- Quadrat mit 3 er Unterteilung
- Jedes Teilvolumen 1 l, Totalvolumen = 9 l
- Clearance ist 1l / min
- Wie lange geht es bis das ganze Volumen gereinigt.
- Simulation mit Cylinder: Dicke der Pfeile zeigen.

- Abhängig von Infusionsrate und ?
- Warum geben wir Katecholamine nicht mit TCI?

Rise2SS.xls

- Propofol wird mit 6 mg/kg/h einem 70 Kilo Patienten infundiert.
- Was müssen sie wissen damit sie berechnen können wie hoch die Konzentration ist?

$$C_{ss} = \frac{R}{Cl}$$

Clearance ist eingeschränkt?

└ Input und Elimination

└ Verteilungsvolumen

- Summe der Volumina
- Auch Proportionalitätskonstante! (Menge von Medikament im Körper und Konzentration)

- Summe der Volumina
- Kann sehr gross werden, wenn Medikament in Gewebe angereichert.

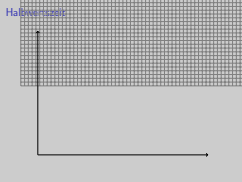
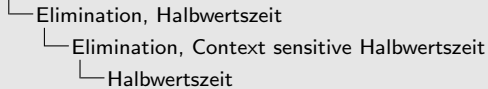
└ Elimination, Halbwertszeit

└ Elimination, Context sensitive Halbwertszeit

└ Elimination

- Elimination aus Körper oder Elimination aus Blut?
- Konzentrationsabfall: Umverteilung und Metabolisierung
- Es kann aktive Metaboliten geben
- Fettlösliche Medikamente werden in Leber zu inaktiven, wasserlöslichen Metaboliten umgewandelt
- Ausscheidung der wasserlöslichen Substanzen durch Niere
- Pharmakokinetik **quantifiziert** die Geschwindigkeit der Elimination

- Elimination wird meist als „Kleinerwerden der Konzentration“ des Medikamentes im Blut quantifiziert!
- Meist denkt man dabei an die Elimination des Medikamentes aus dem „Wirkort“, d.h. „Kleinerwerden“ der Wirkung.
- Elimination ist aber im Grunde genommen das „Verschwinden“ des Medikamentes aus dem Körper



- Halbwertszeit wird oft als „Mass“ für Eliminationsgeschwindigkeit verwendet
- Zeigen was Halbwertszeit bedeutet.
- Zeichnen eines Kompartimentes: Elimination verändert sich. (Es wird immer die Hälfte eliminiert)
- Wesentlich:  $t_{\frac{1}{2}}$  bleibt konstant
- Mathematische Beziehung zwischen Clearance und  $t_{\frac{1}{2}}$

└ Elimination, Halbwertszeit

└ Elimination, Context sensitive Halbwertszeit

└ Halbwertszeit: Mehrkompartiment Modelle

- Zeichnen: Drei Kompartiment Modell - mit drei Clearance Werten
- Gleichzeitig wirken drei Clearance. Zu Beginn  $\Delta Conc$  grösser
- Es gibt definierte  $t_{\frac{1}{2}}$ : Achtung  $2 * t_{\frac{1}{2}} \neq \frac{C_0}{4}$  !
- Wenn Zentrales Kompartiment bei 1 Komp aufgefüllt wird, immer wieder dieselbe Ausgangssituation  
bei Mehrkompartiment ist das ganz anders. Die Halbwertszeit wird anders sein.
- Mit Cylinder zeigen. 1 Komp auffüllen, 3 Komp auffüllen.  
10 l, 20l, 200l, 2,1,0.5 : Bolus: von 50 = Konz 5; Nach  $t_{1/2}$  wieder Bolus 25 ...



# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ Elimination, Halbwertszeit

└ Elimination, Context sensitive Halbwertszeit

└ Halbwertszeit bei Mehrkompartiment Kinetik

- Gleichzeitig verschieden schnelle Umverteilung
  - Schnelle Umverteilung in Muskel (gut durchblutete Gewebe)
  - Langsamere Umverteilung in Fettgewebe
  - Elimination (Leber, Niere)
- Die Prozesse haben eigene Halbwertszeit

## Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ Elimination, Halbwertszeit

└ Elimination, Context sensitive Halbwertszeit

└ Halbwertszeit ist von Dauer der Infusion abhängig!  
(Context sensitive Halbwertszeit)Halbwertszeit ist von Dauer der Infusion abhängig!  
(Context sensitive Halbwertszeit)

- Dauer der Infusion ist der „Context“
- Je länger die Infusion dauert, desto mehr Medikament ist im Körper verteilt, umso länger dauert die Elimination.
- Die aktuell gültige Halbwertszeit kann berechnet werden (Mit PK Modell)

- Excel: Dauer der Infusion: Halbwertszeit wird länger.  
SimInfCSHT.xls
- Excel sheet mit Kurven: CSDTSimPropRemi.xls

2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └─ Pharmakodynamik

### └─ Pharmakodynamik - Begriffe

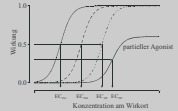
#### Pharmakodynamik - Begriffe

- Agonist, Antagonist, part. Antagonist, inverser Agonist
- Potenz
- (max.) Wirksamkeit (Efficacy)
- Steigung

## Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Pharmakodynamik

## └ Potenz, Wirksamkeit (Efficacy)



Alle Begriffe erklären.

Die Steigung ebenfalls einzeichnen.

Agonist und Antagonist haben eine ganz andere Wirkung am Rezeptor. Agonist bindet sich und entfaltet eine Wirkung. Der Antagonist bindet sich an den Rezeptor und bewirkt nichts. Falls eine gewisse (partielle) Wirkung entfaltet wird spricht man von einem partiellen Agonisten.

## Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Pharmakodynamik

## └ Elimination, Relevanter Konzentrationsabfall

## └ Klinisch relevanter Konzentrationsabfall

Klinisch relevanter Konzentrationsabfall



- Sigmoide Kurve: Keine fixe Konzentration, keine fixe Zeit:  
Wenn Konzentration um 70% abfallen muss damit Patient  
z.B. erwacht, dann ist diese Zeit relevant.
- Excel Simulation - Vergleich von verschiedenen Kurven.

└ Wirkortkonzentration

└ Zeitliche Beziehung: Plasma Konzentration  $\Leftrightarrow$  Wirkung

- Infusion  $\Rightarrow$  Konzentration steigt an
- Anfänglich geringe resp keine Zunahme der Wirkung
- Nach stoppen der Infusion, fällt Konzentration ab, Wirkung nimmt noch nicht ab
- Keine eindeutige Beziehung zw. Konzentration und Wirkung.
- Um so weniger zwischen Infusionsrate und Wirkung

└ Wirkortkonzentration

└ Konzentration am Wirkort

- Wirkort Konzentration hat direkte Beziehung zu Wirkung
- Im „Steady State“ sind Konzentration im Blut und Wirkort Konzentration gleich.
- Die Wirkortkonzentration steigt und fällt entsprechend dem Konzentrationsgradienten. (= Unterschied der Konzentrationen)

- Mit Cylinder das Effect Kompartiment zeigen.
- Simulation mit einem Bolus
- Simulation mit konstanter Infusion
- Simulation die zeigt, dass mit Bolus die Plasmakonzentration „überschossen“ werden muss.

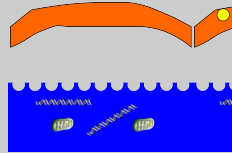
2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ Wirkortkonzentration

└ Input, Konzentration, Wirkung

Input, Konzentration, Wirkung





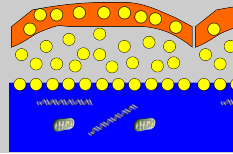
2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ Wirkortkonzentration

└ Wirkverlust  $\Leftarrow$  Konzentration

Wirkverlust  $\Leftarrow$  Konzentration



Wirkortkonzentration

 $t_{peak}$ Maximale Konzentration nach Bolus „Peak“  
KonzentrationMaximale Konzentration nach Bolus „Peak“  
Konzentration

- Kurve für Bolus -  $C_e$
- Zeigen der  $t_{peak}$ ; Wenn Bolus verdoppelt wie lange geht es bis maximale Konzentration erreicht?
- Zeigen, dass mit doppeltem Bolus, gleiche Kurve aber doppelt so hoch
- Ist der Wirkeintritt bei Verdoppelung der Konzentration schneller? (Esmeron)
- Zeigen, dass Wirkeintritt, definiert als Zeit bis zu einer Konzentration schneller.
- Noch einmal mit Cylinders zeigen
- FentanaBolus.xls

└ Wirkortkonzentration

└  $t_{peak}$ └ Zeit  $\Leftrightarrow$  Wirkung: Erhöhung der Dosis

- Submaximale Konzentration mit geringen Bolus
- Zweite submaximale Dosis
- Dritte supramaximale Dosis
- Vierte supramaximale Dosis: Maximale Wirkung gleich:  $t_{peak}$  nicht erkennbar.
- Zusammenfassen: Mit derselben Infusionsrate können die Konzentrationen verschieden sein. Für die  $C_e$  gilt dies sogar noch mehr. (RiseToSS.xls zeigt den Verlauf bei konstanter Infusion.)

2013-09-02

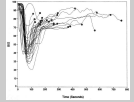
# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ Wirkortkonzentration

└  $t_{peak}$

└ T peak, Pentothal

T peak, Pentothal



2013-09-02

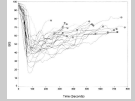
# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ Wirkortkonzentration

└  $t_{peak}$

└ T peak, Propofol

T peak, Propofol



2013-09-02

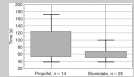
# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ Wirkortkonzentration

└  $t_{peak}$

└ T peak, Etomidate versus Propofol

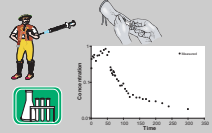
T peak, Etomidate versus Propofol



## └─ Pharmakokinetische Modelle

## └─ Kompartiment Modelle: Abstraktion

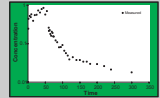
- Zeichne: Pictogramm Mensch: Spritze: Injektion  $\Rightarrow$  xy Grafik mit Konzentrationsverlauf.
- Es gibt Formeln die Kurven ergeben. (z.B.  
$$C = (Dosis * Gewicht)^t$$
)
- Formel kann nicht jede Form haben da: z.B. Konzentration fällt ab, Abfall abhängig von Konzentration etc.
- Was abläuft bei der graphischen Darstellung kann als Formel ausgedrückt werden.



- Ablauf zeigen: Menschen, mehrere Individuen
- In die Grafik zeichnen.



- ▀ Bekanntem Input (z.B. meist eine konstante Infusion) und gemessenen Konzentrationen
- ▀ Nichtlinearer Regression zu Bestimmung der Modellparameter:  $V_1, V_2, V_3, Cl_1, Cl_2, Cl_3$



Beachte den Text im Manuskript.

Bei der Simulation die verschiedenen Parameter verändern und auf die Veränderung der Kurve aufmerksam machen.

Die Schüler sollen die Kurve durch die Datenpunkte im Manuskript einzeichnen.

- Dosierungsempfehlungen ausarbeiten.
- Extrapolieren - Interpolieren
- Simulieren
- In Computer einbauen: Computer kontrollierte Infusion (Target Controlled Infusion)

- Aufgrund der Modelle entstanden die Empfehlungen für Remifentanyl
- Extrapolieren gefährlich. Adipöse - Alter
- Zeigen: Wie sieht Roberts Schema aus
- Mit Cylinder zeigen was bei TCI passiert.

- Propofol
- Thiopental
- Etomidate
- Midazolam
- Ketamin

- Propofol

- .

└ i.v. Hypnotika

└ Propofol

- Di-isopropylphenol
- Angenehmer Schlaf - „angenehme Träume“
- antiemetische Wirkung (wenn für Unterhalt der Anästhesie gebraucht.)
- antipruritisch
- Vasodilatation - Ausgeprägter Blutdruckabfall (bei alten und hypovolämen Patienten)
- Propofol - Infusionssyndrom (Azidose!)
- In Fett Emulsion gelöst.
- Verschiedene Galeniken! (Na-EDTA, Bisulfit)

● .

- Propofol
- Thiopental
- Etomidate
- Midazolam
- Ketamin

- Propofol

- .

└ i.v. Hypnotika

└ Thiopental

- ▀ Gute antikonvulsive Eigenschaft
- ▀ reduziert Hirn-Metabolismus
- ▀ Kurze Wirkung nach einer Einzeldosis
- ▀ Langsame terminale Elimination
- ▀ Für kontinuierliche Gabe nicht geeignet
- ▀ Gefahr bei intraarterieller Injektion
- ▀ Kontraindiziert bei Porphyrie

- Enzym der Heme Biosynthese wird gehemmt.

- Propofol
- Thiopental
- Etomidate
- Midazolam
- Ketamin

- Propofol

- .

└ i.v. Hypnotika

└ Etomidate

- Sehr gute hämodynamische Stabilität
- Kann schon nach einer Dosis zu einer NN-Insuffizienz führen. (Hämodynamik!)
- Durch Gabe von Steroiden behandelbar
- Kann bei Einleitung zu Myoklonus führen
- Wenig Atemdepression
- Umstritten bei kritisch Kranken (insbesondere Sepsis) wenn NN Suppression

- Es wird ein Enzym -  $11\beta$ -Hydroxylase - und damit die Nebenniere gehemmt .



└ i.v. Hypnotika

└ Gebräuchliche Hypnotika für i.v. Anästhesie

- Propofol
- Thiopental
- Etomidate
- Midazolam
- Ketamin

- Propofol

- .

2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ i.v. Hypnotika

└ Midazolam

## Midazolam

- Langsamer Wirkeintritt
- Hemodynamisch stabil
- Kann mit Flumazenil antagonisiert werden

● .

- Propofol
- Thiopental
- Etomidate
- Midazolam
- Ketamin

- Propofol

- .

2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ i.v. Hypnotika

└ Ketamin

## Ketamin

- Erhöht Sympathikotonus und setzt Katecholamine aus Neben Niere frei
- Bewirkt Bronchodilatation
- Wirkt analgetisch
- Halluzinationen und (Alb)Träume relativ häufig (Benzodiazepine, Propofol)
- Kann auch intramuskulär gegeben werden

● .

└ i.v. Opiate

└ Gebräuchliche Opiate

- Fentanyl
- Remifentanyl
- Alfentanil
- Pethidin

● -

● .

2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ i.v. Opiate

└ Fentanyl

## Fentanyl

- $\mu$ -Agonist
- $t_{peak}$  ca. 3.5 min.
- terminale Halbwertszeit: > 7 h

● .

└ i.v. Opiate

└ Gebräuchliche Opiate

- Fentanyl
- Remifentanyl
- Alfentanil
- Pethidin

● -

● .

2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

└ i.v. Opiate

└ Remifentanyl

## Remifentanyl

- $\mu$  Agonist
- Direkte vasodilatierende Wirkung
- Wird durch Esterasen metabolisiert (nicht spezifische)
- Schneller Wirkeintritt: ( $t_{1/2\text{eff}}$  < 2min.)
- Kinetisch in „separate Liga“ - Sehr schnelle Elimination!

● .



└ i.v. Opiate

└ Gebräuchliche Opiate

- Fentanyl
- Remifentanyl
- Alfentanil
- Pethidin

● -

● .

└ i.v. Opiate

└ Alfentanil

- Schneller Wirkeintritt: ( $t_{\text{onset}} < 1 \text{ min.}$  )
- Bis 1 h Zufuhr, Elimination ähnlich Fentanyl
- Lange Infusionsdauer: CSDT ca. 50 min
- Könnte mehr eingesetzt werden!

● .

└ i.v. Opiate

└ Gebräuchliche Opiate

- Fentanyl
- Remifentanyl
- Alfentanil
- Pethidin

● -

● .

└ i.v. Opiate

└ Pethidin

- Hat strukturelle Ähnlichkeit mit Atropin. (Macht keine Miose)
- Metabolit Nor-Pethidine ist toxisch (Krämpfe)
- Bei Shivering.

- Grössere Mengen sollten nicht gegeben werden.
- Wird zuviel eingesetzt!
- Indiziert bei Shivering

- Bei älteren Patienten müssen sie den Input der Medikamente anpassen, warum?
- Zeichnen sie den Verlauf der Konzentration von Propofol bei konstanter Infusion.
- Erklären sie den Verlauf der Kurve aufgrund von Begriffen wie Clearance resp. Eliminationsrate.
- Was ist „Kontext sensitive Halbwertszeit“?
- Wie kann es ein, dass ein grösserer Bolus den „Wirkeintritt“ nicht aber die Zeit zur maximalen Wirkung beeinflusst?

- Kinetik und Empfindlichkeit.
- Zeitachse und Konzentration - erst nach einer Viertestunde.
- Die Zufuhr ist konstant, die Eliminationsrate nimmt zu bis  $C_{ss}$ .
- Abhängigkeit von der Dauer der Zufuhr
- Die Wirkung wird weit grösser!

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

### └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

#### └ Material - *i.v. Applikation: TIVA / TCI*

Material - *i.v. Applikation: TIVA / TCI*

- i.v. Set Codan für 2 Medikamente
- Rückschlagventile
- Dreiweghahn
- Dünne Infusionsverlängerungen.

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

### └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

#### └ Grundsätze - *i.v. Applikation: TIVA / TCI*

- Totraum immer so klein wie möglich halten! (Totraum: von Spitze der Vonenkanüle bis Verbindung mit Leitung für Medikament.)
- Zufuhr immer gegen das Zurücklaufen sichern (Rückschlagventile!)
- Wenn zentrale Leitung vorhanden, alle kontinuierlichen Medikamente via ZVK verabreichen

2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

### └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

#### └ Venöser Zugang - *i.v. Applikation: TIVA / TCI*

Venöser Zugang - *i.v. Applikation: TIVA / TCI*

In der Regel peripherer Zugang (16 G). Leitungen von Abteilung nur in Ausnahmefällen weiter benutzen. Leitung muss sicher laufen und während Betrieb eingesehen werden können.



2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

### └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

#### └ Vorbereiten TCI Pumpe (Base Primea)

#### Vorbereiten TCI Pumpe (Base Primea)

1. In zwei 50ml Spritzen Propofol 1 %, Remifentanyl 40 $\frac{\mu\text{g}}{\text{ml}}$  (50 ml)
2. Infusionsset anschliessen. Verbindungen auf Dichtigkeit und festen Sitz überprüfen.
3. Ganzes Set luftfrei machen.
4. Propofol Spritze in die unterste Spritzenpumpe einspannen (Sitz der Spritze überprüfen)
5. Remifentanyl Spritze in die zweitunterste Spritzenpumpe einspannen. (Sitz der Spritze überprüfen)

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

### └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

#### └ Vorgehen TCI Pumpe (Base Primea)

#### Vorgehen TCI Pumpe (Base Primea)

1. Stromkabel (inkl. Erdung) einstecken und Basis Station einschalten
2. Eingeben der Patienten Daten. (Absolutes Gewicht); wenn BMI bei adipösen Männern  $> 42$  und Frauen  $> 35$ , GröÙe so "korrigieren" dass BMI  $< 42$  resp.  $< 35$
3. Wählen des Modells (Meist Propofol/Remifentanyl)
4. Bestätigen Propofol, überprüfen der eingegebenen Patientendaten und unterstes Modul wählen. An Spritzenpumpe SpritzengröÙe und Medikamente überprüfen und bestätigen.
5. Dito für Remifentanyl (Noch einmal Patientenangaben lesen und überprüfen!)

2013-09-02

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

### └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

#### └ Anschliessen und Starten der TCI

#### Anschliessen und Starten der TCI

1. Anschliessen der Medikamentenleitung, Überprüfen ob Rückschlagventil Rückfluss der Medikamente verhindert. Öffnen des Dreiwege-Hahn
2. Blickkontrolle: Dreiwege-Hahn proximal bei Spritzenpumpe (Propofol und Remifentanyl) - in korrekter Position!
3. Übereinstimmung von Angaben auf Basisstation mit eingespannten Spritzen (Propofol in unterer Spritzenpumpe und auf dem Display unten!)
4. Wählen einer Zielkonzentration und starten.
5. Korrekte Funktion überprüfen.

## └ Praxis der TIVA

## └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

## └ Spritzenwechsel

## Spritzenwechsel

1. Vorbereitete Spritze luftfrei machen.
2. An Spritzenpumpe "stop" drücken und Alarm unterdrücken.
3. Arm der Pumpe vollständig zurückschieben
4. Leere Spritze entnehmen, neue Spritze vorsichtig anschliessen (festen Sitz der Leitung, sowie Dichtigkeit überprüfen), Kluppe an Spritzenpumpe schliessen und den Arm mit Spritzenstempel in Kontakt bringen - auf korrekte Position achten (muss einrasten).
5. An Spritzenpumpe Medikament überprüfen und bestätigen.
6. An Basisstation "start" drücken.

# Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

### └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

#### └ Anästhesie Ende - *i.v. Applikation: TIVA / TCI*

Totraum der Leitung nach stoppen der TCI (vor  
Extubation/Entfernen der LMA) mit > 10 ml Infusion spülen!  
(Cave: > 50 µg Remifentanyl in Totraum!)

## Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Praxis der TIVA

## └ i.v. Applikation: TIVA / TCI

## └ Technisches

## Technisches

- Infusionsleitung: Totraum, Kompressionsvolumen
- Beschriften der Spritzen
- Rückschlagventile am richtigen Ort.
- Infusion im Blickfeld!
- Vene mit Ventilon im Blickfeld!
- Nach Beenden der Infusion (Medikament im Totraum beachten - leeren!)
- Druckalarm verstehen!
- Höhenunterschied der Pumpe - hydrostatischer Druck.

## Pharmakokinetik, Pharmakodynamik

## └ Repetition

## └ Begriffe die sie nun begriffen haben!

## Begriffe die sie nun begriffen haben!

- Clearance und  $t_{1/2}$ : Davon gibt es mehrere für unsere Medikamente.
- Steady State Konzentration (Beziehung zu Infusionsrate)
- Wirkortkonzentration - Verlauf nach einer Bolus Injektion
- Pharmakodynamik (Beziehung zwischen der Wirkort Konzentration und Wirkung)
- Kontext sensitive  $t_{1/2}$  (und die klinisch wichtige relevante Zeit)

.