

## **Scheinvergabekriterien für das Fach „Allgemeine Pharmakologie und Toxikologie“**

### **1. Anwesenheitspflichtige Veranstaltungen**

Praktikum Pharmakologie und Toxikologie  
6. Sem., Mi 09:15 - 10:45 Uhr + Fr 10:15 - 11:45 Uhr

### **2. Begleitende Veranstaltungen**

Vorlesung Pharmakologie und Toxikologie  
5. und 6. Sem., Di - Do 08:15 - 09:00 Uhr

### **3. Leistungsnachweis**

Klausur am Ende des 6. Semesters

## **4. Lernzielkatalog**

### **1. Allgemeine Pharmakologie und Toxikologie**

#### **1.1 Pharmakodynamik**

- Arzneimittel-Wirkungen [(nicht-)rezeptorvermittelt, reversibel und irreversibel]
- Signal-Übertragungswege für membranständige und intrazelluläre Rezeptoren
- Dosis-Wirkungskurven (maximale Wirkung, Potenz, Rezeptorreserve)
- Agonisten, partielle Agonisten, inverse Agonisten
- Antagonisten (reversibel, irreversibel, kompetitiv, nicht-kompetitiv)
- Plasmakonzentrations-Wirkungsbeziehungen, Hysteresis
- Pharmakodynamische Interaktionen (Wechselwirkungen)
- Pharmakodynamische Toleranz und Sensibilisierung
- Arzneimittel-Abhängigkeit und -Sucht

#### **1.2 Pharmakokinetik**

- Resorption (Mechanismen, Bedeutung physikochemischer Eigenschaften)
- Verteilung (Mechanismen, Bedeutung physikochemischer Eigenschaften)
- Elimination (systemisch, präsystemisch)
  - Elimination durch Ausscheidung (renal, biliär, enteral etc.)
  - Elimination durch Metabolismus (hepatisch, enteral etc.)
    - Phase-I- und Phase-II-Metabolismus
    - Pharmakogenetik
- Pharmakokinetische Kenngrößen
  - Systemische Verfügbarkeit („Bioverfügbarkeit“)
  - Eliminations-Halbwertszeit, terminale Halbwertszeit
  - Plasma(Blut)-Clearance (totale, renale, extrarenale Clearance)
  - Verteilungsräume
- Kumulation, „tiefes“ Kompartiment
- Initiale Dosis und Erhaltungsdosis
- Lineare und nicht-lineare Kinetik
- Beziehung zwischen Arzneimittelwirkung und Zeit, Wirkdauer
- Pharmakokinetische Interaktionen (Wechselwirkungen)
- Pharmakokinetische Toleranz

#### **1.3 Allgemeine Toxikologie**

- Arbeitsbereiche der Toxikologie
  - Arzneimitteltoxikologie
  - Gewerbetoxikologie
  - Lebensmitteltoxikologie
  - Umwelttoxikologie
- Exposition und Dosis-Wirkungs-Beziehungen
  - akut, chronisch
  - lokal, systemisch
  - Bedeutung des Aufnahmeweges (metabolische Aktivierung/Inaktivierung)
  - Dosis-Wirkungsbeziehungen
- Qualität toxischer Wirkungen
  - Akute Toxizität
  - Chronische Toxizität
  - Teratogenität, Embryotoxizität
  - Kanzerogenität
  - Immuntoxizität
  - Fertilitätsstörungen

- Prinzipien der Risikoermittlung und –bewertung
  - Ermittlung der Toxizität (akut, subakut, subchronisch, chronisch)
  - Bestimmung der Kinetik und Biotransformation
  - Mutagenitätsuntersuchungen
  - Kanzerogenitätsuntersuchungen
  - Untersuchungen zur Reproduktionstoxizität (Fertilität, Fruchtschädigung)
  - Bewertungskonzepte und Festlegung von Grenzwerten (ADI, MAK, BAT, TRK)
- Humanbiomonitoring (HBM)
  - Belastungsmonitoring (innere Dosis); Effektmonitoring
  - Fremdstoffspektrum; Vorteile und Grenzen des HBM
  - Matrizes (Blut, Harn, Speichel)
  - Bewertung (biologischer Grenzwert (BGW), Humanbiomonitoringwerte I und II)
  - Risikobewertung unter Verwendung der inneren Dosis von Stoffdaten
  - Fallbeispiele

#### **1.4 Arzneimittel-Entwicklung**

- Entwicklung
- Zulassung und Überwachung

#### **1.5 Dogmatische (besondere) Therapierichtungen**

- Phytotherapie
- Homöopathie
- Anthroposophische Therapie

### **2. Spezielle Pharmakologie und Toxikologie**

(für alle Pharmakagruppen gelten folgende Aspekte: typische Wirkstoffe, Wirkungsmechanismus, Wirkungen, Pharmakokinetik, Anwendungsindikationen und Kontraindikationen, unerwünschte Wirkungen und Wechselwirkungen)

#### **2.1 Pharmakologie des autonomen Nervensystems**

##### *2.1.1 Sympathisches Nervensystem*

- Synthese, Speicherung, Freisetzung und Inaktivierung von Noradrenalin und Adrenalin
- $\alpha$ - und  $\beta$ -Adrenozeptoren und ihre Subtypen
  - Rezeptor-Verteilung im Organismus; synaptische Lokalisation
  - Signal-Transduktionsmechanismen; Sensibilisierung und Desensibilisierung
  - vermittelte Wirkungen
- Arzneimittel mit Wirkung auf die noradrenerge Transmission durch
  - Hemmung der Synthese und Bildung falscher Transmitter ( $\alpha$ -Methyldopa)
  - Hemmung der vesikulären Speicherung (Reserpin)
  - Hemmung oder Steigerung der Transmitter-Freisetzung (Clonidin, Moxonidin;  $\alpha_2$ -Adrenozeptor-Agonisten und -Antagonisten, Guanethidin, indirekte Sympathomimetika)
  - Hemmung der Transmitter Inaktivierung (Hemmstoffe der Rückaufnahme; Hemmstoffe von MAO-A, MAO-B oder COMT)
- Arzneimittel mit Wirkung auf  $\alpha$ -Adrenozeptoren
  - Subtyp-selektive und nicht selektive Agonisten (z.B. Phenylephrin, Oxymetazolin)
  - Subtyp-selektive und nicht-selektive Antagonisten (z.B. Phentolamin, Prazosin)
  - partielle Agonisten (z.B. Mutterkornalkaloide)
- Arzneimittel mit Wirkung auf  $\beta$ -Adrenozeptoren

- Subtyp-selektive und nicht-selektive Agonisten (z.B. Isoprenalin, Fenoterol, Salmeterol)
- Hybride Agonisten mit Wirkung auf  $\alpha$ - und  $\beta$ -Adrenozeptoren (z.B. Dobutamin)
- Subtyp-selektive und nicht-selektive Antagonisten (z.B. Atenolol, Propranolol, Metoprolol, Bisoprolol, Esmolol)
- Hybride Antagonisten mit Wirkung auf  $\alpha$ - und  $\beta$ -Adrenozeptoren oder NO-Freisetzung (z.B. Carvedilol, Nebivolol)
- partielle Agonisten (z.B. Pindolol)

### 2.1.2 *Parasympathisches Nervensystem und andere cholinerge Systeme*

- Synthese, Speicherung, Freisetzung und Inaktivierung von Acetylcholin
- Cholinozeptoren (muskarinisch, nicotinisch) und ihre Subtypen
  - Verteilung im Organismus, synaptische Lokalisation
  - Signal-Transduktionsmechanismen, Sensibilisierung und Desensibilisierung
  - vermittelte Wirkungen
- Arzneimittel mit Wirkung auf die cholinerge Transmission durch Hemmung der
  - Transmitter-Freisetzung (Botulinus-Neurotoxine; Loperamid)
  - Transmitter-Inaktivierung (Cholinesterase-Hemmstoffe)
- Arzneimittel mit Wirkung auf muskarinische Cholinozeptoren
  - Agonisten mit tertiärem oder quartärem Stickstoff (z.B. Pilocarpin, Carbachol)
  - Antagonisten mit tertiärem oder quartärem Stickstoff (z.B. Atropin, Butylscopolamin)
- Arzneimittel mit Wirkung auf nicotinische Cholinozeptoren vom muskulären Typ
  - Agonisten (depolarisierende Muskelrelaxantien: Suxamethonium)
  - Antagonisten (nicht-depolarisierende Muskelrelaxantien: z.B. Atracurium, Rocuronium, Pancuronium, historisch: Tubocurarin)
  - Suggamadex
- Arzneimittel mit Wirkung auf nicotinische Cholinozeptoren vom neuronalen Typ
  - Agonisten an ganglionären nicotinischen Rezeptoren (Nicotin)
  - Antagonisten an ganglionären nicotinischen Rezeptoren (Ganglienblocker)
- Addendum: myotrope Muskelrelaxantien (Dantrolen)

## 2.2 **Pharmakologie des zentralen Nervensystems**

### 2.2.1 *Aminosäure-Transmitter des ZNS*

- GABA (GABA-erge Neuronensysteme, GABA-Synapse, GABA-Rezeptoren)
- Glycin (Glycinerge Neuronensysteme, Glycinerge Synapse, Glycin-Rezeptoren)
- Glutamat (Glutamaterge Neuronensysteme, Glutamat-Synapse, Glutamat-Rezeptoren)

### 2.2.2 *Narkotika*

- Inhalationsnarkotika (Gase: z.B. N<sub>2</sub>O, Xenon; Dämpfe: z.B. Isofluran, Sevofluran, Desfluran)
- Injektionsnarkotika (Barbiturate, Ketamin, Etomidat, Propofol, Benzodiazepine, Dexmedetomidin)

### 2.2.3 *Hypnotika/Anxiolytika (Tranquillantien)*

- Benzodiazepine (BZD-Rezeptor am GABA<sub>A</sub>-Rezeptor-Chloridkanal-Komplex)
  - Agonisten am BZD-Rezeptor mit kurz- und lang-anhaltender Wirkung
  - Antagonisten am BZD-Rezeptor (Flumazenil)
- Zopiclon, Zolpidem, Zaleplon
- Chloralhydrat und Clomethiazol
- Anxiolytika und Sedativa verschiedener Wirkklassen: Opipramol, Trimipramin
- Antihistaminika mit hypnotischer Wirkung (z.B. Promethazin, Diphenhydramin)
- Addendum: zentrale Muskelrelaxantien
  - Benzodiazepine (z.B. Tetrazepam)
  - GABA<sub>B</sub>-Rezeptoragonisten (Baclofen)

#### 2.2.4 Antiepileptika (Antikonvulsiva)

- Antiepileptika mit Wirkung auf die GABA-erge Transmission
  - Substanzen mit Wirkung auf den GABA<sub>A</sub>-Rezeptor (BZD, Phenobarbital, Topiramate)
  - Substanzen mit Wirkung auf die GABA-Inaktivierung (Valproat, Vigabatrin, Tiagabin) - Substanzen mit Wirkung auf die GABA Freisetzung Vesikelprotein SV2A (Levetiracetam)
- Antiepileptika mit Na<sup>+</sup>-Kanal-blockierender Wirkung (Carbamazepin, Phenytoin, Lamotrigin, Valproat)
- Antiepileptika mit Ca<sup>2+</sup>-Kanal-blockierender Wirkung (Pregabalin, Gabapentin, Ethosuximid, Topiramate, Valproat)
- Antiepileptika mit Wirkung auf die glutamaterge Transmission
  - Substanzen mit Wirkung auf die Glutamat-Freisetzung (z.B. Lamotrigin, Valproat)
  - Substanzen mit Wirkung auf Glutamat-Rezeptoren (z.B. Topiramate)

#### 2.2.5 Antiparkinsonmittel

- Dopamin als Transmitter im ZNS
  - Dopaminerge Neuronensysteme; dopaminerge Synapse
  - Dopamin-Rezeptoren, ihre Signalübertragungswege und vermittelte Wirkungen
- Levodopa (Kombination mit Dopadecarboxylase-Hemmern (z. B.: Benserazid))
- Dopamin-Rezeptoragonisten (Pramipexol, Ropinirol, Apomorphin, historisch: Ergolin-Derivate (z.B. Lisurid, Bromocriptin))
- COMT-Hemmstoffe (Entacapon, Tolcapon)
- MAO-B Hemmstoffe (Selegilin, Rasagilin)
- Muskarinrezeptor-Antagonisten (z.B. Biperiden, Trihexyphenidyl, Metixen)
- NMDA-Antagonisten (Amantadin, Budipin)

#### 2.2.6 Antipsychotika (Neuroleptika)

- Erst-Generations Neuroleptika
  - Phenothiazine (z.B. Chlorpromazin, Levomepromazin, Perphenazin)
  - Thioxanthene (z.B. Chlorprothixen, Flupentixol)
  - Butyrophenone (z.B. Haloperidol, Benperidol, Melperon, Pipamperon)
  - Diphenylbutylpiperidine (z.B. Fluspirilen, Pimozid)
- Zweit-Generations Neuroleptika (z.B. Clozapin, Olanzapin, Quetiapin, Risperidon, Aripiprazol)

#### 2.2.7 Antidepressiva (AD)

- Wirkungsmechanismen von Antidepressiva
- Nicht-selektive Monoamin-Rückaufnahmehemmer
  - trizyklische und tetrazyklische AD (Imipramin, Clomipramin, Nortriptylin, Amitriptylin, Doxepin, Maprotilin)
  - Venlafaxin, Duloxetin, Bupropion
- Selektive Serotonin-Rückaufnahmehemmer (Fluoxetin, Citalopram, Paroxetin, Sertralin)
- Selektive Noradrenalin-Rückaufnahmehemmer (Reboxetin)
- α<sub>2</sub>-Adrenozeptor-Antagonisten (Mirtazapin, Mianserin)
- Melatonin-Rezeptor Agonisten (Agomelatin)
- MAO-Hemmer (Tranylcypromin, Moclobemid)
- Johanniskraut (Hyperforin)

#### 2.2.8 Phasenprophylaktika

- Lithiumsalze
- Carbamazepin und Valproat

#### 2.2.9 klinisch eingesetzte Psychostimulanzien

- Methylphenidat, Atomoxetin, Modafinil

### 2.2.10 Antidementiva

- Acetylcholinesterase-Inhibitoren (z.B. Rivastigmin, Donepezil)
- NMDA-Antagonisten (Memantin)

### 2.2.10 Substanzen mit Missbrauchs- und Abhängigkeitspotential

- Substanzen mit aktivierender Wirkung auf das mesolimbische dopaminerge System
  - Psychostimulantien: Amphetamin und seine Derivate, Cocain;
  - Opioide
  - Nicotin
  - klinisch eingesetzte Psychostimulantien: Methylphenidat, Atomoxetin, Modafinil
- Psychotomimetika: 5-HT<sub>2A</sub>-Rezeptor-stimulierende Substanzen
  - direkt wirkende Stoffe: Indolamine (z.B. LSD), Phenylethylamine (z.B. Mescaline)
  - indirekt wirkende Stoffe (z.B. Ecstasy)
- Psychotomimetika: NMDA-Rezeptor-blockierende Substanzen
  - Phencyclidin, Ketamin
  - Ethanol
- Stoffe mit potenzierender Wirkung auf GABA<sub>A</sub>-Rezeptor-vermittelte GABA-Wirkungen
  - Benzodiazepine, Barbiturate
  - Ethanol
- Adenosinrezeptor-blockierende Substanzen
  - Methylxanthine (Coffein, Theophyllin, Theobromin)
- Substanzen mit Cannabinoidrezeptor-stimulierenden Wirkungen
  - Cannabinoid-Rezeptoren (CB<sub>1</sub>, CB<sub>2</sub>) und ihre endogenen Liganden
  - Δ<sup>9</sup>-Tetrahydrocannabinol (Marihuana, Haschisch)

## 2.3 Pharmakologien des Histamins

- Vorkommen, Synthese, Speicherung, Freisetzung und Inaktivierung von Histamin
- Histamin-Rezeptoren
  - Subtypen und Signal-Transduktionsmechanismen
  - vermittelte Wirkungen
- Arzneimittel mit Wirkung auf die Histamin-Freisetzung
  - Histaminliberatoren (z.B. Opioide, Muskelrelaxantien)
  - β<sub>2</sub>-Adrenozeptor-Agonisten (z.B. Adrenalin, Fenoterol)
  - Mastzelldegranulationshemmer (Cromoglicinsäure, Nedocromil)
- Histaminrezeptor-Antagonisten
  - H<sub>1</sub>-Rezeptor-Antagonisten (z.B. Diphenhydramin, Meclozin, Cetirizin, Loratadin)
  - H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten (z.B. Cimetidin, Ranitidin)

## 2.4 Pharmakologie des Serotonins/5-Hydroxytryptamins (5-HT)

- Vorkommen, Synthese, Speicherung, Freisetzung und Inaktivierung von 5-HT
- 5-HT-Rezeptoren
  - Subtypen und Signal-Transduktionsmechanismen
  - vermittelte Wirkungen
- Arzneimittel mit Wirkung auf die Inaktivierung und Freisetzung von 5-HT
  - Hemmstoffe der 5-HT-Rückaufnahme (SSRI)
  - Hemmstoffe der MAO-A (Moclobemid)
  - 5-HT-freisetzende Stoffe (z.B. Amphetamine, Ecstasy)

- 5-HT-Rezeptor-Agonisten
  - Buspiron, Urapidil (5-HT<sub>1A</sub>)
  - Triptane (5-HT<sub>1B/D</sub>)
  - LSD (5-HT<sub>2A</sub>)
  - Metoclopramid (5-HT<sub>4</sub>)
  - Ergotamin, Dihydroergotamin (partielle Agonisten an diversen 5-HT-Rezeptoren)
- 5-HT-Rezeptor-Antagonisten
  - Methysergid (5-HT<sub>2</sub> und 5-HT<sub>1D</sub>)
  - Ketanserin, Risperidon (5-HT<sub>2A</sub>)
  - Ondansetron etc. (5-HT<sub>3</sub>)

## 2.5 Pharmakologie der Analgetika

### 2.5.1 Opioid-Analgetika

- endogene Opioide
- Opioid-Rezeptoren und ihre Subtypen
  - Signal-Transduktionsmechanismen
  - vermittelte Wirkungen
- schwach- und stark-wirksame Opioid-Analgetika
- partielle Opioid-Rezeptor-Agonisten und gemischte Agonisten-Antagonisten
- Anhang 1: Opioid-Rezeptor-Antagonisten
- Anhang 2: Antitussiva

### 2.5.2 Antipyretische Analgetika

- Nicht-selektive COX-Hemmstoffe
  - saure antipyretische Analgetika (nicht-steroidale Antiphlogistika)
  - nicht-saure antipyretische Analgetika (Paracetamol, Metamizol)
- Selektive COX-2-Hemmstoffe (z.B. Etoricoxib, Celecoxib)

### 2.5.3 Andere Analgetika

- Flupirtin und Nefopam
- NMDA-Rezeptor-Antagonisten (Ketamin, Dextromethorphan, Dextromethadon)
- $\alpha_2$ -Adrenozeptor-Agonisten (z.B. Clonidin)

### 2.5.4 Adjuvante Schmerztherapeutika

- Antidepressiva (z.B. Amitriptylin, Venlafaxin)
- Antiepileptika (z.B. Carbamazepin, Phenytoin, Gabapentin)
- Glucocorticoide (z.B. Prednisolon, Dexamethason)
- Bisphosphonate (z.B. Alendronat, Risedronat)

## 2.6 Pharmakologie des Harnsäurestoffwechsels

- Arzneimittel zur Behandlung des akuten Gichtanfalls
  - Colchicin
  - nichtsteroidale Antiphlogistika und Glucocorticoide
- Arzneimittel mit Wirkung auf den Harnsäure-Plasmaspiegel
  - Urikostatika (Allopurinol)
  - Rasburikase
  - Urikosurika (Benzbromaron, Probenecid)

## 2.7 Pharmakologie der Ionenkanäle

### 2.7.1 Lokalanästhetika

- Lokalanästhetika vom Ester-Typ (z.B. Procain, Tetracain)
- Lokalanästhetika vom Säureamid-Typ (z.B. Lidocain, Bupivacain)

### 2.7.2 Antiarrhythmika

- Klasse I-Antiarrhythmika (Na<sup>+</sup>-Kanal-Blocker: z.B. Ajmalin, Flecainid, Propafenon, Chinidin, Lidocain)

- Klasse II-Antiarrhythmika ( $\beta$ -Adrenozeptor-Antagonisten: z.B. Propranolol, Metoprolol)
- Klasse III-Antiarrhythmika ( $K^+$ -Kanal-Blocker: z.B. Amiodaron, Dronedaron, Sotalol)
- Klasse IV-Antiarrhythmika ( $Ca^{++}$ -Kanal-Blocker: z.B. Verapamil)
- andere Substanzen (Adenosin, Herzglykoside)
- $I_f$ -Kanalblocker (Ivabradin)

#### 2.7.3 Pharmakologie der $K^+$ -Kanäle

- Typen von  $K^+$ -Kanälen und deren physiologische Bedeutung
- $K^+$ Kanal-Öffner (z.B. Nicorandil, Diazoxid, Minoxidil)
- $K^+$ -Kanal-Blocker
  - Klasse III-Antiarrhythmika
  - Sulfonylharnstoffe und Meglitinide
- Ivabradin

#### 2.7.4 Pharmakologie der $Ca^{++}$ -Kanäle

- Typen von  $Ca^{++}$ -Kanälen und deren physiologische Bedeutung
- $Ca^{++}$ -Kanal-Blocker
  - L-Kanal-Blocker (Dihydropyridine, Phenylalkylamine, Benzothiazepine)
  - T-Kanal-Blocker (Ethosuximid)

### 2.8 Pharmakologie positiv-inotrop wirkender Substanzen

#### 2.8.1 Hemmstoffe der $Na^+$ , $K^+$ -ATPase (Digitalis-Glykoside)

- Digoxin, Digitoxin

#### 2.8.2 Sympathomimetika

- Dopamin, Dobutamin

#### 2.8.3 Hemmstoffe der Typ III-Phosphodiesterase

- Milrinon, Enoximon,

### 2.9 Pharmakologie vasodilatatorisch wirkender Substanzen

#### 2.9.1 Nitrovasodilatoren

- Glyceroltrinitrat, Isosorbiddinitrat, Isosorbid-5-Mononitrat
- Molsidomin

#### 2.9.2 Hemmstoffe der Typ V-Phosphodiesterase

- Sildenafil, Vardenafil

#### 2.9.3 Hemmstoffe der Angiotensin II-Synthese und -Wirkung

- Reninantagonisten (Aliskirin)
- ACE-Hemmstoffe (z.B. Ramipril, Captopril, Enalapril)
- $AT_1$ -Rezeptor-Antagonisten (Sartane)

#### 2.9.4 Vasodilatoren mit Wirkung auf Ionenkanäle

- $Ca^{++}$ -Kanal-Blocker (L-Kanal-Blocker, s. Punkt 2.7.4)
- $K^+$ -Kanal-Öffner (z.B. Minoxidil, Diazoxid)

#### 2.9.5 Hydralazin und Dihydralazin

### 2.10 Pharmakologie von Substanzen mit Wirkung auf die Atemwege

#### 2.10.1 Bronchodilatoren

- $\beta_2$ -Adrenozeptor-Agonisten
  - Substanzen zur inhalativen Anwendung (z.B. Terbutalin, Fenoterol, Salmeterol)
  - Substanzen zur systemischen Anwendung (z.B. Clenbuterol, Reproterol)
- Muskarinrezeptor-Antagonisten
  - Substanzen zur inhalativen Anwendung (Ipratropium, Tiotropium)
- Theophyllin

#### 2.10.2 Substanzen mit antiphlogistischer Wirkung

- Inhalative Glucocorticoide (z.B. Budesonid, Fluticason, Beclomethason-DP)
- Hemmstoffe der Mediatorfreisetzung (Cromoglicinsäure, Nedocromil)



- CysLT<sub>1</sub>-Rezeptor-Antagonisten (Montelukast)

## 2.11 Pharmakologie der Diuretika

### 2.11.1 Benzothiadiazine

- Thiazide (z.B. Hydrochlorothiazid, Bendroflumethiazid)
- Thiazid-Analoga (z.B. Chlortalidon, Xipamid, Indapamid)

### 2.11.2 Schleifendiuretika

- Schleifendiuretika vom Furosemid-Typ (z.B. Furosemid, Torasemid)

### 2.11.3 Kaliumsparende Diuretika

- Aldosteronrezeptor-Antagonisten (Spironolacton, Eplerenon)
- Zykloamidin-Derivate (Triamteren, Amilorid)

### 2.11.4 Carboanhydrase-Hemmstoffe (z.B. Acetazolamid, Dorzolamid)

### 2.11.5 Osmodiuretika (z.B. Mannit, Sorbit)

## 2.12 Pharmakologie des Blutes und des blutbildenden Systems

### 2.12.1 Plasmaersatzstoffe

- Kolloidale Plasmaersatzmittel (Dextrane, Hydroxyethylstärke, Gelatine)
- Homologe Plasmapräparate

### 2.12.2 Substanzen mit Wirkung auf die Blutbildung

- Eisenpräparate (z.B. Eisenmcarboxymaltose)
- Vitamine (Vitamin B<sub>12</sub>, Folsäure)
- Hämatopoetische Wachstumsfaktoren
  - Erythropoetin (z.B. Epoetin alfa)
  - Granulozyten-Koloniestimulierender Faktor (G-CSF: Filgrastim, Lenograstim)
  - Granulozyten-Monozyten-Koloniestimulierender Faktor (GM-CSF: Molgramostim)

## 2.13 Pharmakologie der Blutgerinnung

### 2.13.1 Hemmstoffe der Thrombozytenaggregation

- Acetylsalicylsäure
- ADP-Antagonisten
  - Thienopyridin-Derivate (Prasugrel, Clopidogrel, Ticlopidin, Ticagrelor)
  - Ticagrelor
- Glykoprotein(GP)IIb/IIIa-Rezeptor-Antagonisten
  - monoklonale Antikörper gegen den GPIIb/IIIa-Rezeptor (Abciximab)
  - Synthetische GPIIb/IIIa-Rezeptor-Antagonisten
    - peptidische Substanzen (Eptifibatid),
    - nicht-peptidische Substanzen (z.B. Tirofiban)

### 2.13.2 Antikoagulantien

- Direkt wirkende Antikoagulantien
  - Heparine (unfraktioniertes Heparin; niedermolekulare Heparine)
  - Heparinoide (z.B. Danaparoid)
  - sulfatierte Pentasaccharide (Fondaparinux)
  - Hemmstoffe des Thrombins (Hirudin, Lepirudin, Desirudin)
  - orale Faktor II- und Faktor X-Hemmer (Dabigatran, Rivaroxaban, Apixaban)
- Indirekt wirkende Antikoagulantien
  - Cumarinderivate (Phenprocoumon, Warfarin)
  - Faktor Xa und IIa-Inhibitoren (z.B. Apixaban, Rivaroxaban, Dabigatran)

### 2.13.3 Fibrinolytika (Thrombolytika)

- direkte Fibrinolytika (Urokinase, Alteplase etc.)
- indirekte Fibrinolytika (Streptokinase, Anistreplase)

### 2.13.4 Antifibrinolytika

- Aprotinin, ω-Aminocarbonsäuren (z.B. ε-Aminocapronsäure, Tranexamsäure)

## **2.14 Pharmakologie des Gastrointestinaltraktes**

### *2.14.1 Substanzen mit prokinetischer Wirkung auf Magen und Darm*

- Dopamin D<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten (z.B. Metoclopramid, Domperidon, Alizaprid)
- 5-HT<sub>4</sub>-Rezeptor-Agonisten (z.B. Cisaprid, Metoclopramid)
- Motilin-Rezeptor-Agonisten (z.B. Erythromycin)

### *2.14.2 Ulkustherapeutika*

- Hemmstoffe der H<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPase (Protonenpumpen-Hemmer: z.B. Omeprazol, Pantoprazol)
- Histamin H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten (z.B. Ranitidin)
- Misoprostol
- Antazida (Magnesium- und Aluminium-Verbindungen), Sucralfat
- M<sub>1</sub>-Rezeptor-Antagonisten (Pirenzepin)

### *2.14.3 Antiphlogistika zur Behandlung chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen*

- Sulfasalazin
- 5-Aminosalicylsäure

### *2.14.4 Laxantien*

- Gleitmittel (z.B. Glycerin)
- Füll- und Quellmittel (z.B. Agar-Agar, Methylcellulose)
- salinische und osmotisch wirksame Abführmittel (z.B. Glaubersalz, Lactulose)
- antiresorptiv und sekretagog wirkende Stoffe (z.B. Anthrachinone, Bisacodyl)

### *2.14.5 Antidiarrhoische Substanzen*

- Carbo medicinalis
- Loperamid, Diphenoxylat

### *2.14.6 Antiemetika*

- Dopaminrezeptor-Antagonisten (z.B. Metoclopramid, Domperidon)
- H<sub>1</sub>-Rezeptor-Antagonisten (z.B. Meclozin)
- Muskarinrezeptor-Antagonisten (Scopolamin)
- 5-HT<sub>3</sub>-Rezeptor-Antagonisten (z.B. Ondansetron)

## **2.15 Pharmakologie des Fettstoffwechsels**

### *2.15.1 Hemmstoffe der Hydroxymethylglutaryl-CoA-Reduktase*

- Statine

### *2.15.2 Fibrate*

- Clofibrat und Clofibrat-Derivate (z.B. Etofibrat)
- Clofibrat-Analoga (z.B. Gemfibrozil)

### *2.15.3 Nicotinsäure*

- Nicotinsäure
- Nicotinsäure-Analoga

### *2.15.4 Anionenaustauscherharze*

- Colestyramin und Colestipol

### *2.15.5 Hemmstoffe der Cholesterol-Resorption*

- β-Sitosterol
- Ezetimib

## **2.16 Pharmakologie der diabetischen Stoffwechselstörung**

### *2.16.1 Insuline*

- Humanes Altinsulin (Normalinsulin)
- Verzögerungsinsuline (z.B. NPH-Insulin)
- Humaninsulin-Analoga (z.B. Insulin lispro, Insulin glargin)

### *2.16.2 Orale Antidiabetika*

- Substanzen, die die Insulin-Freisetzung fördern
  - Sulfonylharnstoffe (z.B. Glibenclamid, Glimepirid)
  - Meglitinide (z.B. Repaglinid)
- Substanzen, die die Insulin-Empfindlichkeit erhöhen

- Metformin
- Thiazolidindione (Glitazone)
- Hemmstoffe der Glukose-Resorption ( $\alpha$ -Glucosidase-Inhibitoren: z.B. Acarbose)
- Inkretinwirkung imitierende oder verstärkende Substanzen (z.B. Exenatid, Sitagliptin)
- SGLT2-Hemmer (Dapagliflozin)

## **2.17 Pharmakologie hormoneller Systeme**

### *2.17.1 Pharmakologie der Schilddrüse*

- Schilddrüsenhormone (Levothyroxin, Liothyronin)
- Iod
- Thyreostatika
  - Thioharnstoff-Derivate
  - Perchlorat
  - Radio-Iod

### *2.17.2 Pharmakologie der Nebennierenrinde*

- Glucocorticoide (Cortisol und synthetische Glucocorticoide)
- Mineralocorticoide (Aldosteron, Fludrocortison)

### *2.17.3 Pharmakologie der Keimdrüsen*

- Androgene (Testosteron, Testosteronundecanoat)
- 
- Antiandrogen wirksame Substanzen
  - Steroide (Cyproteronacetat)
  - Nicht-Steroide (Bicalutamid, Enzalutamid)
  - $5\alpha$ -Reduktase-Hemmer (Finasterid, Dutasterid)
- Cyp17A1-Inhibitor (Abitateron) • Estrogene ( $17\beta$ -Estradiol und seine Derivate: z.B. Ethinylestradiol)
- Antiestrogen wirksame Substanzen
  - Clomifen
  - Selektive Estrogenrezeptor-Modulatoren (SERM: Tamoxifen, Raloxifen)
  - Aromatase-Inhibitoren (nicht-steroidale und steroidale Substanzen)
- Gestagene
  - Progesteron und Progesteron-Derivate (z.B. Medroxyprogesteronacetat)
  - Nortestosteron-Derivate (z.B. Levonorgestrel, Gestoden)
- Hormonelle Kontrazeption
  - Estrogen-Gestagen-Kombinationen
  - Minipille, reine Gestagenpräparate
  - Postkoitale Kontrazeption

## **2.18 Pharmakologie des Knochenstoffwechsels**

### *2.18.1 Calcium*

### *2.18.2 Vitamin D und seine Derivate*

### *2.18.3 Substanzen mit hemmender Wirkung auf die Knochenresorption*

- Bisphosphonate (z.B. Alendronat, Risedronat, Zoledronat)
- Estrogene und Raloxifen

### *2.18.4 Substanzen mit stimulierender Wirkung auf die Knochenbildung*

- Teriparatid

## **2.19 Pharmakologie antibakteriell wirkender Substanzen**

### *2.19.1 Inhibitoren der Zellwandsynthese*

- $\beta$ -Lactam-Antibiotika +  $\beta$ -Lactamase-Inhibitoren
- Glykopeptide

### *2.19.2 Inhibitoren der Proteinsynthese*

- Aminoglykoside
- Tetracycline
- Makrolide und Ketolide
- Lincosamide

#### 2.19.3 *Auf Nucleinsäuren wirkende Chemotherapeutika*

- Fluorchinolone (Gyrase-Hemmer: 4 Gruppen gemäß Paul-Ehrlich Gesellschaft)
- Nitroimidazole (z.B. Metronidazol)

#### 2.19.4 *Folsäureantagonisten*

#### 2.19.5 *Antituberkulotika*

### **2.20 Pharmakologie der Antimykotika**

#### 2.20.1 *Antimykotika, die Aufbau und Stabilität der Zytoplasmamembran beeinflussen*

- Polyene
- Imidazole und Triazole
- Allylamine

#### 2.20.2 *Hemmstoffe der Zellwand-Biosynthese*

- Echinocandine

#### 2.20.3 *Inhibitoren der Nucleinsäuresynthese*

- Flucytosin

### **2.21 Pharmakologie der Virustatika**

#### 2.21.1 *Virustatika zur Behandlung von Herpesinfektionen (z.B. Aciclovir, Famiciclovir)*

#### 2.21.2 *Virustatika zur Behandlung von CMV-Infektionen (z.B. Ganciclovir, Cidofovir)*

#### 2.21.3 *Virustatika zur Behandlung von HIV-Infektionen*

- *Hemmstoffe der reversen Transkriptase*
  - Nukleosid-Analoga (NRTI)
  - Nukleotid-Analoga (NTRTI)
  - Nicht-nucleosidische Reverse-Transkriptase-Inhibitoren (NNRTI)
- Integrase-Inhibitoren
- Protease-Inhibitoren
- Eintritts-Inhibitoren
  - Korezeptorantagonisten
  - Fusions-Inhibitoren
- Aktuelle Therapieempfehlungen bei HIV

#### 2.21.4 *Virustatika zur Therapie der Influenza*

- Amantadin
- Neuraminidase-Inhibitoren

#### 2.21.5 *Virustatika zur Behandlung von Hepatitis B bzw. C*

- Nucleosid-Analoga
- Ribavirin + Interferon

Protease-Inhibitoren

### **2.22 Pharmakologie der Substanzen mit Wirkung auf Protozoen und Würmer**

#### 2.22.1 *Chemotherapeutika gegen Protozoenerkrankungen*

- Malariamittel
- Mittel gegen Toxoplasmose
- Mittel gegen Amöbiasis

#### 2.22.2 *Chemotherapeutika gegen Wurmerkrankungen*

- Substanzen die die neuromuskuläre Aktivität unterbrechen
- Andere Anthelmintika

## **2.23 Pharmakologie der Substanzen mit Wirkung gegen maligne Tumoren**

### *2.23.1 Antimetabolite*

- Folsäureanaloga (Methotrexat)
- Purinanaloga (z.B. 6-Mercaptopurin)
- Pyrimidinanaloga (z.B. Fluorouracil)

### *2.23.2 Alkylierende Zytostatika*

- Stickstofflost-Derivate (z.B. Cyclophosphamid)
- N-Nitrosoharnstoff-Derivate (z.B. Carmustin, Lomustin)
- Platin-Komplexe (z.B. Cisplatin)

### *2.23.3 Hemmstoffe von Topoisomerasen*

- Hemmstoffe der Topoisomerase I (Topotecan)
- Hemmstoffe der Topoisomerase II (z.B. Etoposid)

### *2.23.4 Mikrotubuli-Inhibitoren*

- Vinca-Alkaloide (z.B. Vincristin)
- Taxane (z.B. Paclitaxel)

### *2.23.5 Zytostatisch wirksame Antibiotika*

- Actinomycine (Dactinomycin)
- Anthracycline (z.B. Daunorubicin, Doxorubicin)
- Mitoxantron und Amsacrin
- Bleomycin
- Mitomycin

### *2.23.6 Hormone und Hormonantagonisten*

- Estrogene
- Gestagene
- Gonadoliberin (GnRH)
- Tamoxifen
- Aromatasehemmer

### *2.23.7 Neue Therapieformen*

- Monoklonale Antikörper (z.B. Rituximab, Trastuzumab)
- Mediatoren des Immunsystems (z.B. Interleukin 2, Interferone)
- Hemmer der Tyrosine-Kinasen (z.B. Imatinib)

## **2.24 Pharmakologie der Substanzen mit Wirkung auf das Immunsystem**

### *2.24.1 Grundlagen der humoralen und zellulären Immunabwehr*

#### *2.24.2 Immunsuppressiva*

- Zytotoxische Immunsuppressiva
  - Cyclophosphamid
  - Azathioprin
  - Methotrexat
  - Mycophenolatmofetil
- Aktivierungshemmende Immunsuppressiva
  - Glucocorticoide
  - Ciclosporin und Tacrolimus
  - Sirolimus
- Immunologische Immunsuppressiva
  - Monoklonale Antikörper - Polyklonale Antilymphozyten-Globuline

#### *2.24.3 Mediatoren des Immunsystems und deren Antagonisten*

- Immunglobuline (passive Immunisierung)
- Zytokine (Interleukine, Interferone)
- Antagonisten gegen Mediatoren oder deren Rezeptoren
  - TNF $\alpha$ -Antagonisten (Infliximab, Adalimumab, Etanercept)
  - Antagonisten des IL-1-Rezeptors (Anakinra)
  - monoklonale Antikörper gegen IL-2-Rezeptoren (Basiliximab, Daclizumab)

#### 2.24.4 Antirheumatische Basistherapeutika

- Methotrexat
- Sulfasalazin
- Hydroxychloroquin
- Leflunomid
- TNF $\alpha$ -Antagonisten (Infliximab, Adalimumab und Etanercept)

### 2.25 Spezielle Toxikologie

#### 2.25.1 Toxikologie chemischer Kanzerogene

- Chemische Kanzerogenese
  - Mehrstufenkonzept der Kanzerogenese
  - genotoxische Kanzerogene, Wirkmechanismen
  - nicht-genotoxische Kanzerogenese, Wirkmechanismen
- Kanzerogene Stoffe
  - polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
  - aromatische Amine und heterozyklische Amine
  - Nitroverbindungen
  - halogenierte Kohlenwasserstoffe
  - andere genotoxische Verbindungen
  - Metalle
  - Partikel und Fasern
  - weitere nicht-genotoxische Kanzerogene

#### 2.25.2 Inhalationsgifte und Methämoglobinbildner

- Inhalationsgifte mit systemischer Wirkung
  - Kohlenmonoxid
  - Kohlendioxid
  - Cyanwasserstoff, Antidote (=Methämoglobinbildner) und deren Toxikologie
  - Schwefelwasserstoff
- Reizgase
  - Entstehung des toxischen Lungenödems
  - Ozon
  - Schwefeldioxid
  - Nitrose Gase
  - Chlor

#### 2.25.3 Toxikologie organischer Lösungsmittel

- Alkohole
  - Ethanol
  - Methanol
  - Glykole
- Aliphatische Verbindungen
  - halogenierte Aliphaten (z.B. Chloroform, Dichlormethan)
  - Alkane
- Aromatische Verbindungen
  - Benzol
  - Toluol

#### 2.25.4 Toxikologie der Pestizide

- Insektizide
  - chlorierte Kohlenwasserstoffe
  - Cholinesterase-Hemmstoffe
  - Pyrethroide
- Herbizide und Fungizide
  - Bispyridinium-Derivate
  - Pentachlorphenol
- Rodentizide

- Antikoagulantien
- Thalliumsulfat)

#### 2.25.5 Toxikologie der Metallverbindungen

- Bleiverbindungen
  - anorganische Bleisalze
  - organische Bleiverbindungen
- Quecksilberverbindungen
  - anorganische Quecksilbersalze
  - organische Quecksilberverbindungen
- Weitere Metallverbindungen
  - Arsenverbindungen
  - Cadmiumverbindungen
  - Thalliumverbindungen
- Chelatbildner als Antidote von Metallvergiftungen
  - EDTA
  - DMPS
  - D-Penicillamin
  - Deferoxamin
  - Berliner Blau

#### 2.25.6 Toxikologie der Naturstoffe

- Bakterielle Toxine
  - Tetrodotoxin
  - Botulinus-Toxine
  - Tetanus-Toxin
- Pilzgifte
  - Muscarin
  - Psilocybin
  - Amanitine
  - Phalloidine
  - Aflatoxin, Ochratoxin
- Giftstoffe pflanzlicher Herkunft
  - Alkaloide
  - herzwirksame Glykoside
  - Furanocumarine
- Giftstoffe aus dem Tierreich
  - Bienen- und Wespengifte
  - Spinnengifte
  - Skorpiongifte
  - Schlangengifte

#### 2.25.7 Besondere Problembereiche der Toxikologie

- Toxikologie des Tabak-Konsums
  - Nikotin-vermittelte Wirkungen
  - Tabak-spezifische Nitrosamine
  - weitere Kanzerogene im Tabak(rauch)
- Polyhalogenierte aromatische Kohlenwasserstoffe
  - Polyhalogenierte Dibenzo-para-dioxine
  - Polyhalogenierte Dibenzofurane
  - Polyhalogenierte Biphenyle
- Xenoestrogene und Phytoestrogene
  - Bisphenol A
  - Genistein
- Chemikalienüberempfindlichkeit (MCS-Syndrom)