

Fragenkatalog Medizinische Verfahrenstechnik I

1. Grenzflächen der Zelle – Abgrenzung und Kommunikation

- a) Erklären Sie den Unterschied zwischen Apoptose und Nekrose anhand zweier Unterscheidungsmerkmale. **2x**

Apoptose: Zelle tötet sich selbst

- keine Schädigung umliegender Zellen
- Kontrolliert
- Plasmamembran bleibt intakt
- Bildung von "Apoptotic Bodies"

Nekrose: Zelle wird getötet

- Umliegende Zellen werden getötet
- Plasmamembran wird geschädigt
- Entzündliche Immunreaktion

- b) Nennen Sie ein Beispiel für eine eukaryotische Zelle und zwei wichtige Unterschiede zur prokaryotischen Zelle.

Eukaryoten (ein-/ mehrzellige Tiere, Pflanzen oder Pilze)	Prokaryoten (Bakterien, Archaen)
Zellkern -> Viele DNA Stränge als Chromosomen, komplex strukturiert, im Zellkern	Kein Zellkern -> einzelner, ringförmiger DNA-Faden
Komplex aufgebaut mit vielen Kompartimente (Organellen)	Einfach aufgebaut mit einem Kompartiment
10-50 μm	0,3-700 μm

- c) Was versteht man unter der Primär- bzw. Sekundärstruktur von Proteinen?

Primär: Aminosäuresequenz, AS durch Peptidbindung verknüpft

Sekundär: Strukturtypen alpha-Helix, beta-Faltblatt, Beta-Schleife und Random Coil -> 3D Struktur durch H-Brücken zw. Peptidbindungen der AS

Tertiär: Übergeordnete räumliche Anordnung der Sekundärstruktur durch WW der AS-Seitenketten

Quartär: Proteinkomplex aus versch. Proteinen od. Untereinheiten -> Homodimer (2 identische Einheiten) od. Heterodimer

- d) Wie funktioniert molekulare Erkennung? Gehen Sie dabei auf den Unterschied der hier benötigten Bindungen im Vergleich zu kovalenten Bindungen ein. **2x**

= Selbstassemblierende Ausbildung von Strukturen durch Minimierung der freien Enthalpie, Weitergabe von Information gespeichert in Molekülstruktur -> Schlüssel-Schloss-Prinzip

Unterschied: Verbindung nur durch intermolekulare WW, kein Teilen von Elektronen, Verbindung schwächer

Intermolekulare Wechselwirkung durch Dispersionskräfte -> Maximierung durch Anpassung der äußeren Gestalt -> Zusätzliche attraktive Wechselwirkung aufgrund elektrostatischer Komplementarität und Komplementarität funktioneller Gruppen (insbesondere Wasserstoffbrücken)

e) Welches sind die vier wichtigsten Bestandteile einer Zelle?

Lipide, Nukleinsäuren, Proteine, Kohlenhydrate

f) Beschreiben Sie Aufbau und Funktion dieser Bestandteile. **2x**

- Nukleinsäuren -> Bausteine der Gene (DNA): Erbinformation
- Aminosäuren -> Bausteine der Proteine
Vielfältige Funktionen: Strukturproteine, Enzyme, Transportproteine, Signalproteine, Rezeptoren, etc.
- Lipide (Fette):
Energiequelle (Di- und Triglyceride)
Gerüst der Membranen
- Kohlenhydrate (Zucker)
primäre Energiequelle (Glucose).
An Proteine gekoppelt: bei vielen Funktionen beteiligt

2. Molekulare Diagnostik

a) Funktionsprinzip ELISA -> siehe auch FG

Abk. für enzyme linked immunosorbent assay,
eine Methode zur Bestimmung der Konzentration von Antigenen oder Antikörpern.
Die zu untersuchende Substanz (z.B. ein Antigen) wird zunächst an einem festen Träger konzentriert, an den vorher ihr spezifischer Reaktionspartner gekoppelt wurde.
Danach wird die markierte Substanz (Markierung mit Enzym) dazugegeben, die den Farbnachweis erlaubt. -> Photometrische Detektion

b) Erklären Sie die Funktion der PCR und die wesentlichen Komponenten.

Beschreiben Sie ein Programm für eine PCR. **3x**

Polymerase Chain Reaction zur Nukleinsäure-Diagnostik -> Vervielfältigung bestimmter Gensequenzen innerhalb einer vorliegenden DNA-Kette
Wiederholt: Denaturierung (-> Hitze), Hybridisierung (Primer Annealing -> spez. Primer), Polymerisation (Extension -> Polymerase von 3'-5' komplementäre Nukleotide anlagern)

c) Erklären Sie die Funktion der „Bunten Reihe“

3. Immunologie

a) Was versteht man unter dem Begriff Pleiotropismus?

Wirken auf verschiedene Zelltypen z.B. Zytokine

b) Wie bezeichnet man die Botenstoffe zwischen dem angeborenen und adaptiven Immunsystem? + Einteilung

Zytokine -> Interferone, Interleukine, kolonie-stimulierende Faktoren, tumornekrose Faktoren & Chemokine

c) Was versteht man unter Hämatopoese, wo findet diese statt und welche Zytokine sind beteiligt?

Blutzellenbildung (myeloische/ lymphatische Vorläuferzellen) -> in Thymus, Milz, Knochenmark -> durch kolonie-stimulierende Faktoren

Nötig, da begrenzte Lebensdauer der Blutkörperchen

Zytokine=Proteine, die Wachstum und Differenzierung von Zellen regulieren

- d) Nennen Sie ein Beispiel für ein immunprivilegiertes Organ und zwei für periphere Immunorgane.

Auge, da vom Immunsystem abgeschottet; Milz, Lymphknoten und Immunsystem der Haut

- e) Beschreiben Sie 2 Barrieren gegen Pathogene mit jeweils einem konkreten Beispiel.

Physikalische Barrieren: Haut, Haare, Schleim

Biochemische Barrieren: Magensäure, Lysozyme

- f) Beschreiben Sie kurz (!) angeborene und adaptive Immunität funktionell. Wodurch unterscheiden sie sich?

Die angeborene (natürliche) Abwehr ist immer verfügbar, wirkt schnell und weitgefächert, aber unspezifisch -> Makrophagen, Granulozyten (Phagozyten)

Die z.T. effektiveren Mechanismen der adaptiven (erworbene) Abwehr (Lymphsystem) brauchen dagegen einige Zeit, um gezielt gegen spezifische Invasoren vorzugehen -> Antikörper, die in den primären und sekundären lymphatischen Organen (Lymphozyten)

- g) Welche natürlichen Abwehrbarrieren besitzt der Mensch? (Single Choice)

-> Schleim, Magensäure, humorale und zelluläre Immunantwort

- h) Was versteht man unter einer unspezifischen Immunantwort? (Single Choice)

-> physikalische Barrieren, Komplementsystem, Zelluläre Elemente

4. Biomimetische funktionelle Grenzflächen

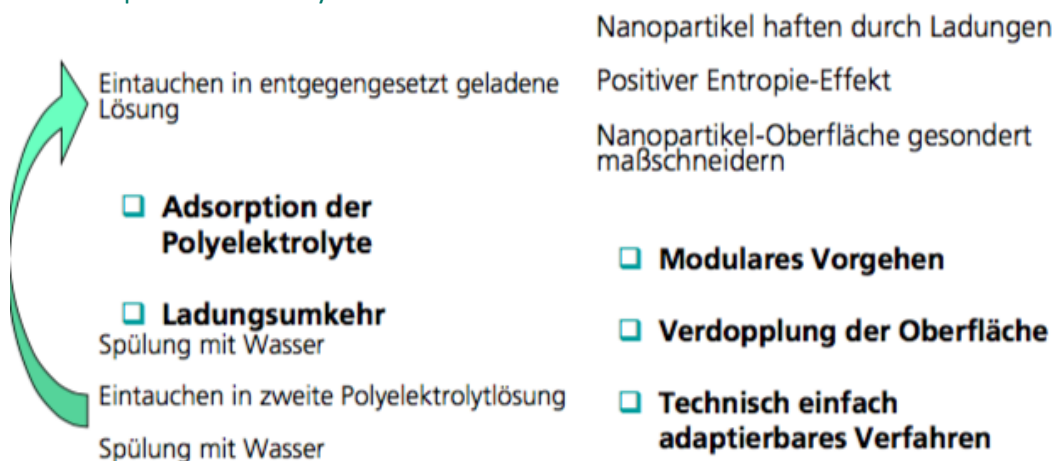
- a) Benennen Sie die unverzichtbaren Bauteile eines Biosensors. (2P) 2x

Chemischer Selektor (Specifier/Sektorschicht)

Transducer - physikalische Messtechnik -> Oberflächenplasmonenspektroskopie

- b) Erläutern Sie die Herstellung von Nanopartikel-Biochips für die Biosensorik. (5P)

- Self-Assembly Monolayer
- **Layer-by-Layer (LBL) Schichten**
- LBL-Nanopartikel-Monolayer Schichten#



- c) Erklären Sie die Oberflächenplasmonenspektroskopie (4)

- Schichtdickenbestimmung im Nanobereich
- Messdaten: Reflektiertes Licht (Intensität R) gegen Reflexionswinkel θ

- Mit TM-polarisiertem Licht werden an einer dünnen Metallschicht an der Grenzfläche Metall/Analyt Oberflächenplasmonen angeregt.
- Dies geschieht durch Einstrahlung mittels eines Prismas in Totalreflexion auf der dem Analyten abgewandten Seite.
- Ohne Analyt weist das Intensitätswinkelspektrum des totalreflektierten Lichtes bei einem bestimmten Winkel ein Minimum auf.
- Reflektiertes Licht wird von Detektor aufgenommen.

5. Kommunikation im Organismus

- a) Was ist ein Aktionspotential und wie entsteht es (nur: was passiert in und an der Membran). (4P) **2x** Wie funktioniert die Aktionspotentialweiterleitung in einem Axon? **2x**
- Vorübergehende charakteristische Abweichung des Membranpotentials einer Zelle vom Ruhepotential
 - Dient der Reizweiterleitung über Axone an angrenzende Zellen
 - 1. Initiationsphase: Positivierung der Spannung bis Schwellenpotential durch Reiz (chem./ el.)
 - 2. Depolarisierung: steiler Spannungsanstieg durch geöffnete Na⁺-Kanäle
-> Potential steigt auf Na⁺-Gleichgewichtspotential von +50 mV
 - 3. Nach einiger Zeit Inaktivieren der Na⁺-Kanäle und Öffnen der K⁺-Kanäle-> Repolarisation
 - 4. Schließen der Na⁺-Kanäle bei Erreichen des Ruhepotentials, K⁺-Kanäle schließen verzögert
-> Hyperpolarisation -> beschränkt AP-Frequenz-> Herstellung des Ruhepotentials durch Na-K-Pumpe
- b) Was ändert sich, wenn der Reiz stärker wird? (1P)
- AP von Reizstärke unabhängig
 - Alles-oder-Nichts-Gesetz -> Reiz muss nur größer als Schwellenwert sein
- c) Wo und wie werden akustische Signale erfasst? (3P) **2x**
- Ohr: Schalleitung über Trommelfell, Hammer, Amboss und Steigbügel auf die Cochlea
 - Signalerfassung: Resonanzen bewegen frequenzabhängig verschiedene Haarzellen in der Cochlea, die auf den mech. Reiz über Synapsen einen Impuls an die Nerven abgibt
- d) Wie hoch ist das Ruhepotential und wie entsteht es?
- Potential ist membrannah
 - Gleichgewicht ein- und ausströmender Ionen: Nettostromfluss=0 -> Membranpumpe: Na⁺/K⁺-ATPase
 - K⁺-Leck-Kanäle durchlässiger als Na⁺-Kanäle -> mehr K⁺ im Zellinnern
 - Membranpumpe pumpt mehr Na⁺ nach außen als K⁺ nach innen
 - Ruhepotential ist K⁺ Gleichgewichtspotential -> -60 bis -80 mV
 - Ruhepotential verstärkt durch membrannahe Proteine
- e) Wie wird ein Reiz nach dem Axon weitergeleitet? Wie erfolgt Reizweiterleitung von einer Zelle zur nächsten? (Vorgang an den Synapsen, wenn Aktionspotential eintrifft.)
- Chem. Synapsen (am häufigsten):
 1. AP kommt am Endknöpfchen
 2. Öffnen der Na⁺-Kanäle -> Depolarisierung -> Öffnen der spannungsgesteuerten Ca²⁺-Kanäle -> Strömen in Axonende zu Vesikeln

- 3. Vesikel diffundieren zum synaptischen Spalt und verschmelzen mit Membran -> Neurotransmitter werden in Spalt entleert
- 4. Transmitter diffundieren zur postsynaptischen Membran -> ligandengesteuerte Na⁺-Kanäle öffnen sich -> Depolarisierung
- El. Synapse: direkte Landungsübertragung zwischen Neuronen durch gap junctions

f) Wie wird am Axon die hohe Reizleitgeschwindigkeit erreicht?
-> saltatorische Weiterleitung

g) Was sind Synapsen?

Stelle einer neuronalen Verknüpfung, über die eine Nervenzelle in Kontakt zu einer anderen Zelle steht – einer Sinneszelle, Muskelzelle, Drüsenzelle oder einer anderen Nervenzelle -> el. / chem. oder erregend/hemmend

h) Was ist ein Axon?

- ein oft langer schlauchartiger Nervenzellfortsatz, ein Neurit, der in einer Hülle von Gliazellen verläuft und zusammen mit dieser Umhüllung als Nervenfasern bezeichnet wird. Nicht alle Neurone haben ein Axon -> Netzhaut
- leitet Impuls von Zelle zu Synapsen weiter

6. Biomaterialien / Biokompatibilität

- a) Welche Materialveränderung müssen bei der Entwicklung von Biomaterialien beachtet werden (Begriffe und ihre Bedeutung). (2P) -> Abbaumechanismen **3x**
- Degradation: Materialabbau -> Verlust der mech. Stabilität
 - Resorption: Materialentfernung und Ausscheidung durch Organismus
 - Verschleiß: Materialabtrag durch mechanische Beanspruchung
 - Leakage: Austreten von Substanzen aus dem Materialinneren

b) Beschreiben Sie den Ablauf/Schritte einer lokalen Gewebereaktion. (4P) **2x**

	Reiz (chem., mech., biol.)
Immunologische Reaktion	Schädigung von Gewebe -> Ausschüttung von Mediatoren (Botenstoffe -> Interleukine) -> Aktivierung von Immunzellen (Makrophagen)
Zelluläre Reaktion	1) Eliminierung (Phagozytose) 2) Isolierung (Narbengewebe)
Humorale Reaktion	2) Vaskularisierung (Blutgefäße bilden sich)

- c) Von welchen Bedingungen (material- und zellseitig) hängen die WW zwischen Gewebe und einem Material ab (Nennen Sie mind. 4). (2P) **2x**
- Zelltyp, interzelluläre Matrix (Z)
 - Lokaler Stress (Z)
 - Grenzflächenphysik des Materials (M)
 - Oberflächenstruktur (M)
 - Biegesteifigkeit (M)
- d) Welche Einflussfaktoren gibt es bei der Zelladhäsion an ein Biomaterial? (Nennen Sie 4)

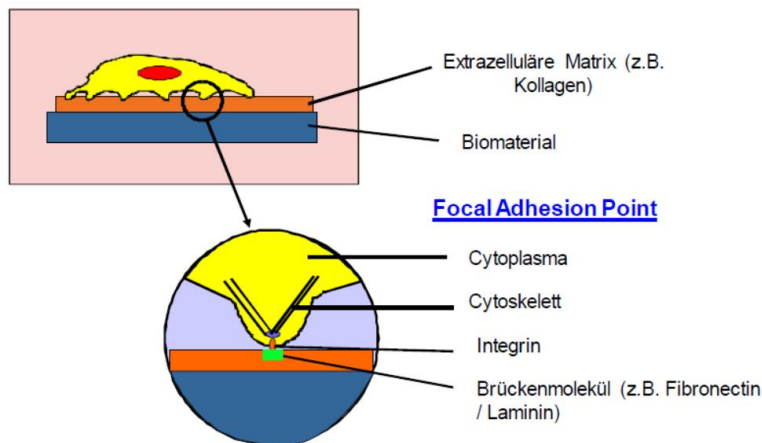
- Bindung von Proteinen (v.a. ECM=extrazelluläre Matrix)
- Oberflächenrauheit
- Kontaktwinkel
- Kristallinität
- Ladung (zeta-Potential)
- Zelluläre Wechselwirkungen
- Wachstumsfaktoren
- Porosität

e) Wie binden Zellen an die Implantatoberfläche an? **3x**

Durch indirekte, punktförmige Adhäsion an die extrazelluläre Matrix des Biomaterials

f) Interne und externe Bestandteile, die dazu nötig sind nennen und beschreiben+ Skizze

Punktförmige Adhäsion an extrazellulärer Matrix



g) Definieren Sie Biokompatibilität (1)

Die Fähigkeit eines Materials in einer spezifischen Anwendung eine angemessene Wirtsantwort hervorzurufen

h) Nennen Sie ein Beispiel eines Wirkstoffes, der die Blutgerinnung hemmt. Erklären Sie kurz die Wirkungsweise. **2x**

HEPARIN:

- Heparin bindet an verschiedene Antithrombinmoleküle, vor allem Antithrombin III
- der entstehende Komplex wird als Sofortinhibitor bezeichnet
- Inhibitor bindet Gerinnungsfaktoren -> keine Wirkung derer mehr
- Heparin bindet zusätzlich Ca^{2+} Ionen, die für Gerinnung nötig sind

CITRAT und EDTA binden auch Ca^{2+} ; Cumarine hemmt Gerinnungsfaktoren da Vitamin K-Antagonist

i) Reaktionen auf Implantate (3) **2x**

- Blutgerinnungshemmend
- Allergie
- Systemisch, toxisch
- Teratogen
- Mutagen/ Cancerogen

- j) Nennen Sie ein Medizinprodukt mit hoher Infektionsgefahr und erläutern Sie warum diese besteht.

-> Versch. z.B. Nähte, Schläuche, Implantate...

- k) Was bewirkt der Blutfaktor Plasmin?

7. Plasmen in der Medizintechnik

- a) Welche Vorteile hat Plasma in Bezug auf Mikroben, Säugerzellen und Eiweiße?

WW mit	Verstärkte WW	Verminderte WW
Proteine	Spez. Bindung von Biomolekülen für Diagnostik, heterogene Biokatalyse/ Fängermoleküle	Minimierte Proteinadsorption für verringertes Fouling
Mikroben	Immobilisierte Mikroben	Bakteriophob, bakteriostatisch, bakteriozide Oberflächen, Sterilisation, Desinfektion
Säugerzellen	Wachstumsunterstützung und Differenzierung von (Stamm-) Zellen für künstliche Organe und Test-Kits	Verringerte Probleme mit temporären Implantaten, Verringerte Restenosen etc.

- b) Was versteht man unter Plasmafunktionalisierung?

- Oberflächenveränderung durch Plasma zur Funktionsanpassung
- Radikalstellen durch Teilchenbeschuss -> Aktivierung (meist durch Luft)
- Anbinden von Reaktivteilchen aus dem Plasma
Reaktivteilchen: plasmaaktiviert bzw. plasmachemisch
- Bewertung: Funktionalisierungsdichte, Selektivität der Anbindung und Spezifität der Funktionalisierung
Zunehmende Behandlungsdauer: Einzelne Funktionen -> Inseln -> Vollständige Bedeckung

- c) Die Erzeugung eines Plasmas benötigt Energie. Nennen Sie 5 Beispiele wie diese zugeführt werden kann.

- Elektrisch
- Thermisch
- Chemisch
- Strahlung
- Schockwellen

- d) In der Plasmamedizin werden beispielsweise infizierte Wunden mit Plasma behandelt. Was geschieht bei der Inaktivierung der Mikroorganismen? Warum werden Humanzellen nicht geschädigt?

- Mikroorganismen: Anfällig, da kleiner und keine Schutzmechanismen
Inaktivierung: DNA-Zerstörung durch UV-C; bei vorh. Restfeuchtigkeit auch NO wirksam
Oxidation: Erosion Zellwände, (Abbau Zellreste, Beseitigung Pyrogene, gegen Sporen wirksam)
- Humanzellen: Schutzmechanismen gegen Strahlen und Radikale, Stimulation der Zellfunktion bei bestimmter Dosis

- e) Nennen Sie 6 Möglichkeiten wie Plasmen auf Oberflächen einwirken und nennen Sie dazu jeweils die beteiligten Plasmabestandteile (Ionen, Radikale, Strahlung). 2x

-> Folie Plasmaausrüstung von Oberflächen

8. Medizintextilien

- a) Nennen Sie mindestens 4 Anforderungen an modernen OP-Textilien. (2P) 2x
- Barrierewirkung: Unterbrechung des Infektionsweges zw. Personal, Patient und Wunde
 - Flüssigkeitsundurchlässig
 - Keine Keimpenetration (nass und trocken)
 - Hoher Tragekomfort
 - Ggf. starke Saugfähigkeit
 - Sterilisierbar
 - Hohe Stabilität (Reißfestigkeit)
 - Wirtschaftlich und umweltfreundlich

9. Wundverbandssysteme

- a) Nennen Sie die 3 Phasen der Wundheilung beschreiben Sie stichwortartig die ablaufenden Prozesse. (3P) 2x

Entzündungsphase	- 1-4 Tage - Hämostase: Zellulär -> Blutstillung (Verschluss durch Adhäsion und Verklebung von Thrombozyten) - Plasmatisch -> Blutgerinnung (Fibrinnetz, Adhäsion von Erythro- & Thrombocyten) - Einwanderung Fresszellen/ Abwehzellen - Exsudation (Serum aus Kapillaren) - Entzündung (Inflammation): Rötung, Überwärmung, Schwellung, Schmerz
Proliferationsphase	- 4-16 Tage - Exsudation nimmt ab - Anlockung + Stimulation von Fibroblasten durch Zytokine und Wachstumsfaktoren - Fibroblasten in Wunde -> Kollagensynthese - > Ersatzgewebe - Angiogenese (neue Blutgefäße) - Tiefrotes Gewebe, feucht glänzend
Epithelisierungsphase	- 6-25 Tage - Wundkontraktion - Umbau Granulationsgewebe in Kollagenfaser reiches Narbengewebe (Bindegewebe); GG verliert Wasser - Epithelisierung: Überwachsen mit neuem E. - > Keratinozyten (Zellen der Epidermis) überhäuten vom Wundrand her
Maturation (Narbenumbau)	- 1-2 Jahre - Anpassung an örtliche Anforderungen - Zunahme Reißfestigkeit durch Vernetzung, Verfestigung und Ausrichtung der Kollagenf.

b) Nennen Sie die Vorteile einer feuchten Wundbehandlung. (2P) 2x

- Geringere Anhaftung des Verbands an der Wunde -> weniger Schmerzen und Infektionsrisiko für Wechsel
- Fehlende Schorfbildung -> geringeres Narbenrisiko
- Längere Verweildauer auf Wunde -> seltener Verbandswechsel
- Feuchtes Milieu begünstigt Einwandern heilungsfördernder Zytokine, Wachstumsfaktoren -> schneller Wundheilung -> kürzere Behandlungsdauer -> kostengünstiger
- Infektionsschutz durch Keimbarriere
- Unterstützung des autolytischen Debridements (Aufweichen und Ablösen von Nekrosen und Fibrinbelägen)

c) Nennen Sie die Unterschiede zwischen akuten und chronischen Wunden bezüglich Eigenschaften, Heilungsvorgang und Wundbehandlung. 2x

	akut	chronisch
Eigenschaften	- keine Kontamination - kein Gewebeverlust - dichte, glatte Wundränder - gute Durchblutung	Keine Heilungstendenz nach 4-12 Wochen unter fachgerechter Therapie
Heilungsvorgang	- unkompliziert - primäre Wundheilung	- kompliziert - sekundäre Wundheilung
Wundbehandlung	trocken	feucht

d) Nennen Sie Anforderungen an ein „ideales“ Wundverbandssystem (mind. 6).

- b) Schutz vor mech. Belastungen
- c) Exsudatmanagement (nicht zu nass/ trocken)
- d) Förderung feuchter Wundheilung
- e) Schutz vor Wärmeverlust
- f) Phasengerechte Anwendung
- g) Antiadhäsiv -> Vermeidung der Wundanhaftung
- h) Vermeidung einer Sekundärinfektion
- i) Physiologisches Wundmilieu über längeren Zeitraum

Zusatzfunktionen:

- j) Antibakteriell
- k) Geruchsbindend
- l) Blutstillend
- m) Schmerzstillend
- n) Entzündungshemmend
- o) wundheilungsfördernd