

FSZMTUE

PROGENIE
WWW.PROGENIE.DE



Biologie

Buselmaier

Biologie für Mediziner

**Bearbeitet von Wolfgang Hörz
Zur Vorbereitung auf das Vorphysikum**

(nicht nur in Tübingen)

**© 1999 Fachschaft Zahnmedizin Tübingen
Download @ Infoportal : www.progenie.de**

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Allgemeine Zytologie

Beschreibung der Prokaryonten

Zelltyp: Protozote
Kern: Kernäquivalent(Nukleoid) ohne Membran. Nur ein Chromosom
Zytoplasma: Geringe Kompartimentierung in Reaktionsräume,
kein Endoplasmatisches Retikulum
Charakteristische Zellorganellen fehlen
Volumen 1 - 30 μm^3

Beschreibung der Eukaryonten

Zelltyp: Euzote
Kern: Zellkern mit Kernmembran
Mehr als 1 Chromosom. Mitose
Zytoplasma: Komplizierte Kompartimentierung durch endoplasmatisches Retikulum
Volumen: $10^3 - 10^5$

Faktoren, die Größe, Form und Funktion von Zellen bestimmen:

- Artunterschiede allgemein
- Artunterschiede in der Zahl der Chromosomen
- Gewebsunterschiede
- Kern-Plasma-Relation
- Verhältnis von Zelloberfläche zu Zellvolumen

Durchschnittliche chemische Zusammensetzung des Protoplasmas tierischer Zellen

Protoplasmabestandteil:

Wasser:	80 - 85%
Proteine:	10 - 15%
D.N.A., RNA	1%
Lipide:	2 - 4%
Polysaccharide:	0,1 - 1,5%
Kleine org. Moleküle und Mineralsalze:	2%

Bestandteile der Eukaryontenzelle:

Strukturelemente:	Protoplast mit umgebender Plasmamembran
	Zytoplasma Karyo- (Nukleo)plasma
	Zytoplast und Zellorganellen
	Zytoskelett

Grundaufbau biologischer Membranen:

Dicke: 6 - 10 nm

Aufbau: - Lipidmoleküle, Phosphatlipide, Cholesterol, Glykolipide
- Proteinmoleküle, Transmembranproteine, periphere Membranproteine
Lipidmoleküle: Bimolekularer, flüssiger Film mit Membranasymmetrie bildet das Rückrad
Proteinmoleküle: In die Lipidschicht eingelassen und verantwortlich für spezifische Funktionen

Grundeigenschaft: Permeabilitätsschranke

Die Glykokalix und ihre Funktion:

Aufbau: Netzwerk von Glykoproteinen und Glykolipiden
Funktion: Steuert Wechselwirkungen zwischen Zellen, die Kommunikation mit der Außenwelt, hat Rezeptorenfunktion und wirkt als Antigen.

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Mechanismen des Stofftransports durch die Zellmembran:

Transportfunktion:	Mechanismus:	Transportierte Partikel:	Transportrichtung:
Passiver Transport ohne Stoffwechselenergie	Diffusion	Ionen, kleine Moleküle	In Richtung des Konzentrations- oder elektr. Gradienten
Passiver Transport ohne Stoffwechselenergie	Osmose	Ionen, kleine Moleküle	Gegen den Konzentrations- oder elektr. Gradienten
Aktiver Transport mit Stoffwechselenergie	Ionenpumpe	Ionen	Gegen den Konzentrations-, elektr. Gradienten oder osmotischen Druck
Aktiver Transport mit Stoffwechselenergie	Tunnelproteine	Moleküle	Gegen den Konzentrations-, elektr. Gradienten oder osmotischen Druck
Transport durch Membranvesikel mit Stoffwechselenergie	Endozytose (Phagozytose, Pinozytose)	Feste Partikel, gelöste Substanzen	In die Zelle
	Exozytose	Feste Partikel, gelöste Substanzen	Aus der Zelle
	Transzytose	Feste Partikel, gelöste Substanzen	Durch die Zelle

Von zytoplasmatischen Membranen umgrenzte Zellkompartimente:

Intrazelluläre Membran: Endoplasmatisches Retikulum, Golgi-Apparat, Kernhülle
Organellen: Kern, Mitochondrien, Lysosomen, Peroxisomen

Zytoplasma = Zytosol + Zytoskelett + zytoplasmatische Organellen. Das Zytosol ist ein Gemisch aus den verschiedensten Stoffen, in dem Proteine alle Stoffwechselprozesse steuern.

Funktion des endoplasmatischen Retikulums:

Generelle Funktion: Kompartimentierung, Kanalisierung, Stoffwechsel, Membrandepot

Spezielle Funktion: Raves ER :

Synthese von Proteinen, z.B. Kollagen, Peptidhormon, Enzymatische Proteine
Membranproteine

Glattes ER:

Transport von Lösungen, Speicherung von Stoffen, unter anderem von Ionen, z.B. Lipide, Proteine, Glykogen, Ca^{2+} - Ionen, Synthese von Membranphospholipiden und Steroidhormonen, Glykosylierung, Glykoneogenese (Glukose-6-Phosphatase), Detoxifikation (mischfunktionelle Oxygenasen)

Vorkommen:

Raves ER: Besonders in sekretorischen Zellen oder Nissl-Schollen in Nervenzellen
Glattes ER: Darmzellen, Leberzellen, Talgdrüsen, Nebennierenrindenzellen, Steroidhormon produzierende Zellen der Gonaden

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Golgi-Apparat und seine Funktionen:

Der Golgi-Apparat entsteht aus dem endoplasmatischen Retikulum.

- Aufbau:
- Mehrere Golgi-Zisternen bilden ein Diktiosom
 - mehrere Diktiosomen ein Golgi-Komplex
 - Polarer Aufbau mit cis-Seite (unreife Seite) und trans-Seite (Abgabeseite)
 - Glykosylierung von Proteinen und Lipiden
 - Anbau von Sulfaten an Proteine
 - Anheftung von Fettsäuren
 - Phosphorylierung von lysosomalen Proteinen
 - Transport von Membran- und Sekretproteinen
 - Bildung verschiedener funktionell unterschiedlicher Membranvesikel, wie Sekretgranula zur Exozytose
 - Beteiligung bei der Lysosomenproduktion
 - Aufrechterhaltung des Membranflusses

Einteilung der Lysosomen:

Sie entstehen aus den Diktiosomen des Golgi-Apparates. Zuerst sind es primäre Lysosomen. (Nicht mit phagozytiertem Material zusammengefließen). Dann entstehen daraus die sekundären Lysosomen mit phagozytiertem Material (Phagosomen) zusammengefließen. Daraus entstehen Autophagolysosomen und Heterophagolysosomen.

Autophagolysosomen: Abbau zelleigenen Materials, Rückgewinnung verwertbaren Materials, Einschluß nicht abbaubarer Reste in Restkörper.

Heterophagolysosomen: Abbau zellfremden Materials, Rückgewinnung verwertbaren Materials, Einschluß nicht abbaubarer Reste in Restkörper

Aufgabe: Verwertung von zelleigenen und zellfremdem Material mit ca. 40 lysosomalen Enzymen.
Hydrolytische Spaltung von Makromolekülen

Peroxisomen und ihre Funktion:

Entstehung: Abschnürung vom glatten endoplasmatischen Retikulum

Inhaltsstoffe: Enzyme, die Wasserstoffperoxid bilden (Urikinasen, Aminosäureoxidasen) und zu Wasser und Sauerstoff spalten (Katalasen) sowie Superoxid-Dismutase

Funktion: Abbau von Wasserstoffperoxid; Beteiligung beim Lipidstoffwechsel und Abbau von Purinbasen.

Vorkommen: Besonders in Leber - und Nierenzellen

Bestandteile von Mitochondrien und ihre Funktion:

Entstehung: Teilung und damit zytoplasmatische Vererbung

Aufbau: 1 - 5 µm lang
2 Elementarmembranen mit Intercristae - Raum und Matrixraum

Genetische Information: mt-DNA kodiert für Membranproteine, r-RNA für mt-Ribosomen, t-RNA

Funktion: Atmungskette und damit verbundene Synthese von ATP (oxidative Phosphorylierung)
Zitratzyklus
Fettsäurenabbau (β - Oxidation)

Vorkommen: angereichert in Zellen mit starkem Energieverbrauch, wie Herzmuskelzellen, Nierentubuli, Leberzellen, Spermien

Ribosomen und ihre Funktion:

Entstehung: Im Zellkern in Vorstufen im Nukleolus

Aufbau: Assoziat aus r-RNA und Proteinen (Ribonukleoproteine), bestehend aus 2 Untereinheiten mit 50 S und 30 S bei Prokaryonten und Mitochondrien und 60 S und 40 S bei Eukaryonten, die zu 70 S bzw. 80 S Ribosomen zusammengesetzt werden.

Funktion: Translationssysteme, am ER für exportable Proteine und im Zytoplasma für zelleigene Proteine.

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Bestandteile des Zellkerns und ihre Funktion

- Kernhülle:** Trennung von Karioplasma und Zytoplasma, Steuerung des Stoffaustausches
Karioplasma: Eigener Stoffhaushalt mit wesentlich unterschiedlicher Ionenkonzentration.
Chromosomen: Träger der kompletten Erbinformation eines Individuums in Form von DNA-Molekülen.
Nukleolus: Produktion der ribosomalen Untereinheiten; Aufbau aus DNA-Schleifen, die r-RNA Gene tragen; r-RNA Transkripten und ribosomalen Untereinheiten findet sich in allen Interphasekernen an den Nukleolus-organizer-Regionen akrozentrischer Chromosomen.

Zentriolen und ihre Funktion:

- Entstehung:** Vermehrung jedoch nicht durch Teilung sondern durch Induktion von Tochterzentriolen
Aufbau: Kurze Zylinder aus 9 Triplets von Mikrotubuli
Funktion: Festlegung der Polarität der Zelle für die Mitosespindel
Beteiligung bei der Entstehung der Basalkörper von Geißel und Zilien.

Interzelluläre Kontakte und ihre Funktion:

- Zellkontakt:** Zonula occludens (tight junction):
Funktion: Impermeabler Verschlusskontakt zur Erhaltung eines interzellulären Milieus
Morphologische Beschreibung: Gürtelförmige Verschmelzung von Zellmembran
Vorkommen: In Epithelzellen von Dünndarm, Blase, Niere, Blutgefäßen

- Zellkontakt:** Zonula adhaerens
Funktion: Feste mechanische Zellverankerung
Morphologische Beschreibung: Gürtelförmige Verbindung von Zellmembranen mit einem interzellulären Spalt
Vorkommen: In Epithelzellen

- Zellkontakt:** Macula adhaerens Desmosom
Funktion: Feste mechanische Zellverankerung
Morphologische Beschreibung: Punktförmige Verbindung von Zellmembranen mit einem interzellulären Spalt
Vorkommen: In Epithelzellen und Zellen des Herzmuskels

- Zellkontakt:** Gap junction
Funktion: Zellkommunikation durch direkten Stoffaustausch zwischen Zellen und durch elektrische Kopplung
Morphologische Beschreibung: Transmembrane zylindrische Proteine, die lokale Verengungen des Interzellulärraumes tunnelartig durchziehen.
Vorkommen: Ubiquitär

Mikrovilli und ihre Funktion:

- Aufbau:** Differenzierung durch Vergrößerung der Zelloberfläche; Zytoplasmahaltige Vorstülpungen der Plasmamembran mit eingelagerten Enzymen.
Funktion: Hauptsächlich Resorption (Dünndarm, Nierentubuli) aber auch spezielle Funktionen wie bei Photorezeptoren.

Zilien und ihre Funktion:

- Entstehung:** aus Mikrotubuli
Aufbau: 20 Mikrotubuli (2 zentrale Mikrotubuli umgeben von 9 Doppelmikrotubuli mit Dynein-Armen), 5-9 µm lang
Funktion: Bewegung von Einzelzellen oder Erzeugung von Flüssigkeitsströmen entlang der Oberfläche festsitzender Zellen. Spezielle Funktion z.B. in Sinnesorganen

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Genetik

Ein einzelnes Nukleotid besteht aus :

- einer spezifischen Stickstoffhaltigen Base
- einer Pentose,
- einer Orthophosphatgruppe

Purine:	DNA: Guanin, Adenin RNA : Guanin, Adenin
Pyrimide:	DNA: Cytosin, Thymin RNA : Cytosin, Uracil

Biologische Aufgaben des Erbmateri als:

Replikation:	Präzise Replikation während der Zellverdopplung
Speicherung:	Speicherung der gesamten notwendigen biologischen Funktion
Stabilität:	Aufrechterhaltung der Strukturstabilität um Erbänderungen /Mutationen) zu minimieren.

Das molekulare Verhältnis von Adenin zu Thymin und von Guanin zu Cytosin beträgt stets 1: 1

Der strukturelle Aufbau der DNA

Doppelhelix:	2 Polynukleotidstränge sind zu einer Doppelschraube (Doppelhelix) umeinandergewunden.
Polarität:	Die Stränge besitzen eine gegenläufige Polarität
Basenpaarung:	Es besteht eine spezifische Basenpaarung: A = T und G ≡ C
Drehsinn:	Der Drehsinn ist aufsteigend gegen den Uhrzeigersinn, eine volle Umdrehung ist nach 10 Basenpaaren erreicht
Stabilität:	Hydrophobe Bindungen beieinanderliegender Basen schaffen den Zusammenhalt

Ablauf der Replikation mit den beteiligten Polymerasen:

Enzym/Protein	Biologischer Schritt:
Helikase:	Entwindung der Doppelhelix
Topoisomerase:	Entspannung der verdrehten Doppelhelix und Setzung von Einzelstrangbrüchen, als die Rotation nicht weiterleitende Gelenke.
DNA-Bindungsprotein:	Stabilisierung der einzelsträngigen DNA
Primase(RNA-Polymerase):	Synthese einer kleinen Primer-RNA
DNA-Polymerase α (bei Bakterien Polymerase III):	Durchführung der eigentlichen Replikation durch Kettenverlängerung in 5'-3'-Richtung. Lagert Desoxyribonukleosidtriphosphate komplementär zu den zu kopierenden Basen an.
DNA- Polymerase β (bei Bakterien Polymerase I):	Abbau der RNA-Primer und Reparatur (Exonuklease-Aktivität) falsch eingesetzter Basen.
DNA-Ligase:	Verbindung der DNA-Fragmente zu einem einheitlichen Strang

Replikation mitochondrialer DNA

DNA-Polymerase γ:	Durchführung der Replikation ausschließlich in Mitochondrien
DNA-Polymerase δ:	Funktion unklar.

Der Aufbau des Genetischen Codes:

Art des Codes:	Triplet-Raster-Code mit 4 Basen, welche 64 Möglichkeiten für 20 Aminosäuren ergeben.
Degeneration:	Überwiegend logisch; schafft durch Variabilität in der Kodierung eines Triplets Toleranz für spontane Mutation.
Stop-Codons:	UAA, UAG und UGA
Start-Codons:	AUG und GUG

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Organisation der D.NA im Genom:

Einzelkopiesequenz:	ca. 50-60% der DNA (davon weniger als 5% kodierende DNA)
Mittelrepetitive Sequenzen:	ca. 30% der DNA (davon 1% kodierende DNA z.B. für ribosomale RNA in der Größenordnung von 416-443 Genen, Histone u. Transfer-RNA)
Hochrepetitive Sequenzen:	ca. 10% Satelliten-DNA (beim Menschen auf den Chromosomen 1, 9, 16, dem langen Arm von Y, in kleineren Fraktionen auf anderen Chromosomen)

Satelliten-DNA und Chromosomen-Satelliten (Man beachte die Verwechslungsmöglichkeit!:

Satelliten-DNA:	Hochrepetitive Sequenzen auf den Chromosomen 1, 9, 16 und dem langen Arm des Y-Chromosoms
Chromosomen-Satelliten:	Ort für kodierende mittelrepetitive Sequenzen auf den Chromosomen 13-15, 21 und 22

Ribonukleinsäuren unterscheiden sich von Desoxyribonukleinsäure grundsätzlich durch:

- 1.) den Besitz von Ribose anstelle von Desoxyribose;
- 2.) den Einbau der Base Uracil anstelle von Thymin;
- 3.) Einsträngigkeit (RNA liegt im Gegensatz zur D.NA niemals als zweisträngiges Molekül vor).

Wir finden in der Zelle jedoch nicht etwa eine einzige einheitliche RNA, sondern verschiedene Typen von RNA, die völlig verschiedene Funktionen übernehmen. Man unterscheidet:

- 1.) Messenger-RNA (m-RNA)
- 2.) Transfer-RNA (t-RNA) und
- 3.) ribosomale RNA (r-RNA)

Allen diesen RNA-Typen ist gemeinsam:

Sie werden alle im Kern an der D.NA gebildet, die Matrizenfunktion besitzt und sie dienen alle der Umsetzung der genetischen Information in Polypeptidketten

Die Vorteile der Transkription:

Informationsübertragung:	Die DNA verbleibt im Zellkern, die m-RNA überträgt die Information zum Bau der Proteine ins Zellplasma
Informationsselektion:	Es werden je nach Bedarf nur bestimmte DNA-Abschnitte transkribiert.
Informationsmultiplikation:	Durch mehrfaches Kopieren kann ein in größerer Menge benötigtes Enzym rasch ausreichend zur Verfügung gestellt werden.

Der Ablauf der Transkription:

Codierung-Strang:	Nur ein DNA-Strang wird in RNA übersetzt
RNA-Polymerase:	Holoenzym besteht aus 5 Untereinheiten, α_2 , β , β' , und d , dem Core-Enzym fehlt der d -Faktor, welcher Promotoren erkennt und die Initiation für mehrere Core-Enzyme hintereinander startet.
Promotor:	Wesentlich sind Erkennungsstelle, Bindungsstelle mit Pribnow-Box und Start der Transkription.
Terminator:	Signal für Kettenabbruch mit G-C-reicher Sequenz gefolgt von Uracil Nucleotiden auf der m-RNA.

Das Processing der m-RNA:

Capping:	Anheftung von 7-Methyl-Guanosin an das 5'-Ende, was zur späteren Fixierung der m-RNA an das Ribosom wesentlich ist.
Polyadenylierung:	Anheftung eines Poly-A-Schwanzes.
Splicing:	Die Exons mit ihrer übersetzbaren Information werden von den dazwischenliegenden Introns, die nicht übersetzt werden, getrennt und zusammengeklebt.

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Die Entstehung der verschiedenen RNA-Arten

Messenger-RNA:

Genebene: Produktion einer größeren Prekursor-Form

Processing: Capping und Polyadenylierung, Splicing von Introns und Exons

Transfer-RNA

Genebene: Produktion mehrerer t-RNAs in einem Molekül

Processing: Spaltung in einzelne t-RNAs, Entfernung der terminalen Sequenzen und Bildung der seltenen Basen.

Ribosomale RNA:

Genebene: Produktion einer 28 S r-RNA, einer 5,8 S r-RNA, einer 5 S r-RNA und ein 18 S r-RNA

Processing: Zusammenfügung zur 60 S- und der 40 S-Untereinheit

Als Peptidbindung bezeichnet man eine Reaktion zwischen Carboxylgruppe und Aminogruppe zweier Aminosäuren unter Wasserabspaltung

Der Ablauf der Translation

Initiation: *Prokaryonten:* Dem Codon AUG vorgelagerte Sequenz der m-RNA bindet am 3'Ende der 16 S-RNA.

Eukaryonten: Cap der m-RNA bindet an 18 S-RNA. Das Codon AUG ist das Start-Codon. t-RNA F-Met-Anticodon bindet an AUG an der P-Stelle. Ribosom wird durch die große Untereinheit vervollständigt. Initiationsfaktoren und Energie sind beteiligt.

Elongation: Wachstum durch Anlagerung einer zweiten t-RNA mit passendem Anticodon an die A-Stelle und Verknüpfung der Aminosäuren durch Peptidbindung. Jeweiliges Springen der verknüpften t-RNA von der A-Stelle an die P-Stelle und Verknüpfung einer weiteren Aminosäure. Elongationsfaktoren und Energie sind beteiligt.

Termination: Ende einer Polypeptidkette wird durch UAG und UAA angezeigt. Die Nicht-Sinn-Codonen führen zum Kettenabbruch

Chromosomen des Menschen

Anzahl: $2n=46$, 44 Autosomen und 2 Gonosomen

Geschl.unterschied: XX bei der Frau
XY beim Mann

Einteilung: Nach Länge und Lage des Zentromers
(akrozentrisch, submetazentrisch, metazentrisch)
7 Gruppen von A-G

X-Chromosom submetazentrisch, geordnet an C-Gruppe

Y-Chromosom entspricht der G-Gruppe

Gebräuchliche G-, Q-, R- und C-Bänderung, konventionelle Giemsa-Färbung

Färbemethoden:

Identifikation spezifischer Chromosomen und homologer Paare:

Chromosomenspezifische Bandmuster

Länge und Lage des Zentromers

Identifikation aberranter Chromosomen:

Veränderung im Bandmuster, der Lage des Zentromers oder der Länge

Methoden der Genlokalisierung

Zellhybridisierungstechnik:

Maus-Mensch-Zellhybride z.B. mit Hilfe des Sendai-Virus. Ausgenutzt wird die Beobachtung, daß diese Hybridzellen menschliche Chromosomen verlieren.

In-situ-Hybridisierung:

Radioaktiv markierte DNAs (RNAs) werden an Metaphasechromosomen hybridisiert. Häufigkeitsverteilung nach Autoradiographie führen zur Lokalisation von single-copy-Sequenzen. Nichtradioaktive Techniken erlauben chromosome painting.

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Chromosomenstrukturveränderungen:

Bänderungstechniken erlauben die Erkennung von Strukturveränderungen, die zu Gen-Dosis-Effekten führen können.

X-chromosomal gekoppelte Gene:

Gendefekte und Varianten treten nur im männlichen Geschlecht auf und können so dem X-Chromosom zugeordnet werden.

Die Allelsituation

Homozygotie: Das Vorhandensein von identischen Allelen an sich entsprechenden Loci in homologen Chromosomensegmenten

Heterozygotie: Das Vorhandensein von verschiedenen Allelen an sich entsprechenden Loci in homologen Chromosomensegmenten.

Bei intermediärem Erbgang entsprechen sich also Genotyp und Phänotyp, während bei dominantem Erbgang heterozygote und dominant homozygote Individuen bei verschiedenen Genotypen den gleichen Phänotyp zeigen.

Die Mendelschen Gesetze:

1. Mendelsches Gesetz (Uniformitätsgesetz)

Kreuzt man zwei homozygote Linien, die sich in einem oder mehreren Allelenpaaren unterscheiden, so sind alle F₁-Hybriden uniform

2. Mendelsches Gesetz (Spaltungsgesetz)

Kreuzt man F₁-Hybride, die an einem Allelpaar heterozygot sind, so ist die F₂-Generation nicht uniform

3. Mendelsches Gesetz (Unabhängigkeitsregel)

Kreuzt man zwei homozygote Linien untereinander, die sich in zwei oder mehreren Allelenpaaren voneinander unterscheiden, so werden die einzelnen Allele unabhängig voneinander, entsprechend den beiden ersten Mendelschen Gesetzen vererbt.

Nach strengem Sprachgebrauch liegt dominante Vererbung vor, wenn bereits die Anwesenheit der entsprechenden genetischen Information in einfacher Dosis genügt, um das Merkmal voll zur Ausprägung zu bringen.

Für jedes Kind eines Merkmalsträgers ergibt sich damit bei einem autosomal-dominanten Erbleiden eine Erkrankungswahrscheinlichkeit von $\frac{1}{2}$

Hauptkriterien bei autosomal-dominanter Vererbung

1. Morphologische Anomalien und Störungswen der Gewebsstruktur sind häufig.
2. Die Übertragung erfolgt in der Regel von einem der Eltern auf die Hälfte der Kinder
3. Der Phänotyp heterozygoter Genträger entspricht weitgehend dem homozygoter Genträger.
4. Beide Geschlechter erkranken gleich häufig.
5. Bleibt ein Genträger merkmalsfrei, so liegt unvollständige Penetranz vor.
6. Nachkommen merkmalsfreier Personen sind merkmalsfrei, wenn volle Penetranz herrscht.
7. Sporadische Fälle beruhen in der Regel auf Neumutation (bei schweren Erbleiden oft über 50% der Fälle)
8. Die meisten autosomal-dominanten Erkrankungen haben Häufigkeiten unter 1/10 000

Die AB0-Blutgruppen

Blutgruppe	Antigene auf den Erythrozyten	Antikörper im Serum	Genotyp	Prozentuale Verteilung in ME
A	A	Anti-B	A/0 oder A/A	40%
B	B	Anti-A	B/0 oder B/B	16%
AB	A und B	keine	A/B	4%
0	keine	Anti-A, Anti-B	0/0	40%

Bei allen schweren autosomal-rezessiven Erbleiden wird der Kranke in der Regel von gesunden Eltern abstammen, jedoch selbst heterozygot für das betreffende Gen sein. Die Eltern tragen zwar genotypisch das Leiden, das sich jedoch phänotypisch nicht ausdrückt, da die Wirkung des betreffenden Gens im Vergleich zum normalen, nicht krankhaften Allel rezessiv ist. Eltern, die beide heterozygot für ein autosomal-rezessives Leiden sind, werden entsprechend dem 2. Mendelschen Gesetz zu $\frac{1}{4}$ homozygot kranke Kinder bekommen, d.h. jedes Kind hat ein Erkrankungsrisiko von 25%

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Die Hauptkriterien bei autosomal-rezessiver Vererbung

1. Häufig sind Stoffwechselstörungen, speziell Enzymdefekte
2. Die Übertragung erfolgt von beiden Eltern, die heterozygote, phänotypisch gesunde Genträger sind, auf $\frac{1}{4}$ der Kinder, $\frac{1}{2}$ der Kinder ist heterozygot phänotypisch gesund und $\frac{1}{4}$ homozygot gesund.
3. Nur homozygote Genträger erkranken
4. Beide Geschlechter sind gleich häufig erkrankt
5. Die Mehrzahl der Kranken tritt anscheinend sporadisch auf, eine Folge der geringen Kinderzahl heutiger Familien.
6. Patienten mit seltenen Erkrankungen gehen häufiger aus Verwandtenehen hervor
7. Neumutationen spielen im Einzelfall keine Rolle und sind normalerweise auch nicht nachweisbar.
8. Die meisten rezessiven Gene haben Häufigkeiten zwischen 1/100 und 1/1000, homozygote Krankheiten zwischen 1/10 000 bis 1/1 000 000

Die Hauptkriterien bei X-chromosomal-rezessiver Vererbung

1. Die Übertragung erfolgt nur über alle gesunden Töchter kranker Väter und über die Hälfte der gesunden Schwestern kranker Männer (Konduktorinnen)
2. Besonders bei seltenen Leiden erkranken fast nur Männer
3. Söhne von Merkmalsträgern können das kranke Gen nicht von ihrem Vater erben
4. Bei Konduktorinnen erkranken 50% der Söhne, 50% der Töchter sind Konduktorinnen
5. Bei Verwandtenehen besteht in betroffenen Familien ein hohes Risiko

Gentotypische Geschlechtsbestimmung des Menschen im Interphasenkern

Diagnose:	Genotyp:
Kein Barr-Body	XY (normaler Mann) XO (Turner-Syndrom)
Ein Barr-Body	XX (normale Frau) XXY (Klinefelter-Syndrom)
Zwei Barr-Body	XXX (Triple-X-Syndrom) XXXX
Ein F-Body	XY (normaler Mann)
Zwei F-Body	XYY

Die Lyon-Hypothese

1. In jeder weiblichen Zelle wird eines der beiden X-Chromosome inaktiviert.
2. Die Inaktivierung findet um den 12.-16.Tag der Embryonalentwicklung statt
3. Die Wahl des inaktiven X-Chromosoms ist zufällig, wird aber in allen Folgezellen dieser Stammzelle beibehalten.
4. Die chromosomale Konstitution im weiblichen Organismus kann als genetisches Mosaik betrachtet werden, wenn Heterogenie bei Allelen des X-Chromosoms besteht.
5. Das inaktive X-Chromosom kann als Sex-Chromatin dargestellt werden.
6. Das inaktivierte X-Chromosom ist in der Mitose spät replizierend, jedoch ist die Inaktivierung nicht vollständig, wie auch an gonosomalen Chromosomenfehlverteilungen ersichtlich.

Die spontanen Mutationen lassen sich je nach Art der Veränderung in drei Gruppen angeben:

1. Numerische Chromosomenmutationen
2. Strukturelle Chromosomenmutationen
3. Genmutationen

Die Einteilung der Chromosomenmutation

Numerische Chromosomenmutation (Aneuploidien):

- Hyperplodien (Bsp.: $2n+1$ = Trisomie)
- Hypoploidien (Bsp.: $2n-1$ = Monosomie)
- Polyploidien (Bsp.: $3n$ = Triploidie)

Strukturelle Chromosomenmutationen:

- Deletion (Verlust eines Chromosomensegments)
- Duplikation (Verdoppelung eines Chromosomensegments)
- Insertion (Inkorporation eines Chromosomensegments)
- Inversion (Drehung eines Chromosomensegments um 180°)

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

- Translokation (Änderung der Position eines Chromosomensegments)

Mutation beim Menschen und ihre wichtigsten Folgen

Chromosomenmutation (numerisch, strukturell) führt in Keimzellen (einschl. früher Fuchungsstadien) zu Aborte und Mißbildungen. Die Genmutation in Keimzellen zu Anomalien mit Mendel'schem Erbgang. Die Chromosomenmutation in somatischen Zellen führt zu Tumoren, Mißbildungen durch Fruchtschädigung. Die Genmutation in somatischen Zellen zu Tumoren.

Einige Angaben zur Berechnung von Strahlenbelastungen nach der neuen und der alten Nomenklatur

Strahlendosis: *Neu:* 1 Coulomb/kg (C/kg), *Alt:* 1 Röntgen [R] = $2,08 \times 10^9$ Ionenpaare pro m³ Luft = $2,58 \times 10^{-4}$ C/kg

Strahlen absorbierende Dosis: *Neu:* 1 Gray (Gy) = 1J/kg = 100 rad = 100 Röntgen [R], *Alt:* 1 rad (radiation absorbed dose) = 100erg/g = Energiedosis

Strahlenbelastung: *Neu:* 1 Sievert (Sv) = QF x Gy = 1J/kg = 100 rem, *Alt:* 1 rem (radioation equivalent men) = QF x rad

QF = Faktor, der mit Strahlentyp variiert und hauptsächlich von seiner Energieentladung abhängt

Strukturelle Chromosomenaberration und ihre Folgen

Deletion:

Entstehung eines zentrischen und eines azentrischen Fragments, wobei letzteres häufiger verloren geht.

Folgen: Häufig schwere Mißbildungen (Deletionssyndrome), embryonale Letalität und erhöhtes Tumorrisiko durch partielle Monosomie

Translokation:

Nichtreziproke Translokation: Chromosomensegment wird in neuer Lage im gleichen oder einem anderen Chromosom eingebaut

Folgen: Vielfältig von unauffällig bis schwere Mißbildungen

Reziproke Translokation: Wechselseitiger Austausch zwischen homologen oder inhomologen Chromosomen. Als Sonderfall Robertsonsche Translokation oder zentrische Fusion bei akrozentrischen Chromosomen.

Folgen: Stabile reziproke Translokationen haben normalerweise keine Folgen für den Phänotyp. In der Meiose können Gameten mit nicht balanciertem Chromosomensatz entstehen. Nicht-stabile reziproke Translokationen führen gewöhnlich zur Letalität.

Duplikation:

Zweimaliges Auftreten desselben Chromosomensegments im haploiden Chromosomensatz. Eine Ursache für Duplikationen ist illegitimes crossing-over zwischen homologen Chromosomen.

Folgen: Abhängig von der genetischen Information des duplizierten Segments und der Änderung in der Gen-Balance. Es können Gameten entstehen, die zu einer partiellen Trisomie führen. Ein Spezialfall der Duplikation am X-Chromosom ist die Entstehung eines Isochromosoms. Die Folge ist eine partielle Trisomie und eine partielle Monosomie.

Inversion:

Drehung eines Chromosomensegments um 180°. Ist das Zentromer eingeschlossen, so spricht man von einer perizentrischen Inversion, ist nur ein Chromosomenarm betroffen, von einer parazentrischen.

Folgen: Wegen der Euploidie der Träger sind besonders bei parazentrischen Inversionen oft klinische Folgen nicht zu erwarten. Perizentrische Inversionen können zu verschiedenen Anomalien, meiotischen Segregationsstörungen und Embryoletalität führen.

Während das Risiko für ein lebend geborenes Kind mit Trisomie 21 (Mongoloismus) bei einer 25 jährigen Frau 1:2000 beträgt, ist das Risiko bei einer 45jährigen Frau 1:50

Die wichtigsten Trisomien:

Trisomie 13 (D₁-Trisomie, Patau-Syndrom)

Häufigkeit: 1:5000

Äußere morphologische Symptome: deformierte Ohrmuscheln, Kopfhauptdefekt, Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

Innere Mißbildungen: Herzfehler, polyzystische Nieren, Uterus bicornis

Funktionelle Symptome: Taubheit, Krämpfe, Hypotonie der Muskulatur, verzögerte psychische Entwicklung

Trisomie 18 (E-Trisomie, Edwards-Syndrom)

Häufigkeit: 1:3000

Äußere morphologische Symptome: Schmäler, langer Schädel, deformierte Ohrmuscheln, Mund und Unterkiefer klein, Flecktierte, übereinandergeschlagene Finger

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Innere Mißbildungen: Herzfehler, Heteropien im Kleinhirn

Funktionelle Symptome: Schwere Entwicklungsverzögerungen

Trisomie 21 (G₁-Trisomie, Down-Syndrom)

Häufigkeit: 1:700

Äußere morph.Sympt.: Kurzer Schädel, kleine Ohren, schmale Lidspalten, flache Nasenwurzel, Fettleibigkeit

Innere Mißbildungen: Herzfehler

Funktionelle Symptome: Schwachsinn, Intelligenzquotient meist zwischen 20 und 50.

Wesentliche Symptome gonosomaler Chromosomenfehlverteilungen:

Syndrom

Symptome

Turner Syndrom

45, X

Häufigkeit: 0,1 - 0,4‰

Geschlecht weiblich

- Minderwuchs (ca. 148 cm)
- Rudimentäre Gonaden mit Sterilität
- Schwach ausgebildeter Orientierungssinn
- Sphynx-Gesicht, Pterygium colli

Klinefelter-Syndrom

XXY

Häufigkeit: 1‰

Geschlecht: männlich

- Ca. 10 cm größer als der Durchschnitt
- Aspermie, kleiner Hoden
- Verminderter Gesichts- und Körperhaarwuchs
- Leicht verminderte Intelligenz

Triple-X-Syndrom

XXX

Häufigkeit: 1‰

Geschlecht: weiblich

- Körperlich unauffällig, nicht obligat steril
- Kinder zeigen zu 20% gonosomale Aneuploidie (der Erwartungswert von 50% wird wegen eines selektiven Vorteils der normalen Gameten unterschritten)
- Nicht selten leicht schwachsinnig

XXY-Syndrom

Häufigkeit: 1‰

Geschlecht: männlich

- überdurchschnittliche Körpergröße (über 180cm), sonst körperlich unauffällig
- Subnormale Intelligenz
- psychisch disharmonische Persönlichkeitsentwicklung möglich

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Grundlagen der Mikrobiologie und Ökologie

Das Bakterienchromosom

Lage:	In einer zentralen Region, die als Nukleoid (=Keräquivalent) bezeichnet wird
Molekulargewicht:	3×10^9
Länge:	1,36 mm
Anz. D. Baasenpaare:	4×10^6 (zum Vergleich Mensch: 3×10^9)
Struktur:	Ringförmig, nackt
Replikation:	Semikonservativ, bidirektional von einer festgelegten Stelle (Origin) um das zirkuläre Molekül
Replikationsgeschw.:	50 000 Basenpaare pro Minute (25mal schneller als bei Eukarionten, wegen der fehlenden Nukleosomenstruktur)

Bakterizide Wirkungen

Lysozym:	<ul style="list-style-type: none">- Wirkt hauptsächlich auf gram-positive Bakterien- Spaltet die glykosidische Bindung des Mureins zwischen N-Acetyl-Muraminsäure und N-Acetyl- Glukosamin- Zellmembran platzt aus osmotischen Gründen
Penicillin:	<ul style="list-style-type: none">- Wirkt hauptsächlich auf gram-positive-Bakterien, greift aber auch gram-negative an.- Verhindert die Vernetzung der Peptidbrücken- Wirkt lediglich auf wachsende Bakterien
Streptomycin:	<ul style="list-style-type: none">- Wirkt vorwiegend auf gram-negative Bakterien
Chloamphenikol:	<ul style="list-style-type: none">- Verhindert die Proteinsynthese an den Ribosomen

Der Aufbau der Endosporen

Core:	Innenkörper mit DNA, RNA, Ribosomen, vegetativen Zellenzymen, sporenspezifischen Enzymen (z.B. Dipicolinsäuresynthetase)
Sporenwand:	Murein (wird bei der auskeimenden Zelle zur Zellwand)
Rinde:	Dicke Schicht aus ungewöhnlichem Typ von Murein mit weniger Querverknüpfung als beim Zellwandmurein
Mantel:	Keratinartiges Protein mit intramolekularen Disulfidbindungen
Exosporium:	Lipoproteinmembran mit einigen Kohlenhydraten

Auskeimung der Endosporen in 3 Phasen

Aktivierung:	Zerstörung des Sporenmantels z.B. durch Hitze, Azidität des Mediums, Scherkräfte und Verbindungen, die freie Sulfhydrylgruppen enthalten
Initiation:	Auslösung durch Glukose, Aminosäure, Adenosin. Aktivierung eines Autolysins, das das Rindermurein abbaut. Aufnahme von Wasser, Freisetzung von Kalziumdipicolinat und Degradierung hydrolysierender Enzyme
Auswachsen:	Entwicklung der neuen vegetativen Zelle aus dem Sporenprotoplasten durch aktive Biosynthese

Neukombination des genetischen Materials in Eukaryonten und Prokaryonten

Eukaryonten:	Neukombination der Chromosomen durch Verschmelzung haploider Genome bei der sexuellen Fortpflanzung
	Neukombination der Chromosomen durch Rekombination
Prokaryonten:	Neukombination d. genetischen Materials durch parasexuelle Übertragung von DNA
	Neukombination des genetischen Materials durch Rekombination

Es werden drei Arten der Übertragung von DNA unterschieden:

1. **Konjugation** = Übertragung von DNA über F-Pili
2. **Transduktion** = Übertragung von DNA über Bakteriophagen
3. **Transformation** = Aufnahme von freier DNA

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Bestimmungsschlüssel für die wichtigsten Bakteriengruppen. Aufgeführt sind vor allem Genera mit den für den Menschen pathogenen Spezies

- I. Biegsame, dünnwandige Zellen, Beweglichkeit beruht auf Gleitmechanismus: Myxobacteria
- II. Biegsame, dünnw. Tellen, Bewgl. Beruht auf axialem Filament: Spirochäten
- III. Rigide, dickwandige Zellen, unbeweglich oder Beweglichkeit, die auf Geißeln beruht: Eubacterien
- IV. Zellwandfreie Formen

Einige Grundcharakteristika von Pilzen

Organisationsform:	Eukarionten
Größe:	linear ca. 10x größer als Bakterien
Zellaufbau:	Zellkern mit mehreren Chromosomen, Mitochondrien, Zellwände aus Chitin oder Zellulose
Lebensweise:	Konsumenten, obligat heterotroph
Wachstumsformen:	Hyphen und Mycel, Sporenwachstum
Vermehrung:	Geschlechtliche und ungeschlechtliche Sporen

Pilzgifte, eine kleine Auswahl:

Aflatoxin (Schimmelpilzgift), Wirkungsweise:	Potentes Karzinogen
Alpha-Amanitin (Knollenblätterpilz)	RNA-Polymerase-Hemmer
Penicillin (Schimmelpilz)	Verhindert Neusynthese der bakteriellen Zellwand
Ergotamin (Claviceps purpurea)	Halluzinogen

Klassifizierung von Viren:

- Sie enthalten außer ihrem genetischen Material nur sehr wenig andere Stoffe (Proteine, Lipide)
- Sie besitzen nur einen Zyp von Nukleinsäure, entweder DNA oder RNA
- Zur Reproduktion ist lediglich die Nukleinsäure notwendig
- Sie sind für sich weder in der Lage zu wachsen noch sich durch Teilung zu vermehren; sie können sich nur in Wirtszellen vermehren, wobei sie die Enzyme der Wirtszelle beutzen.

Grundcharakteristika von Viren:

Größe: 20 - 300 nm im Durchmesser

Aufbau:	Nukleinsäure:	DNA oder RNA, einzel- oder doppelsträngig
	Proteine:	Strukturproteine zum Schutz der Nukleinsäure Proteine für die Virusbindung an Rezeptoren der Wirtszelle Enzymproteine zur Virusvermehrung Proteine als Antigene
	Lipide:	Bei allen Viren, deren Capsid von einer Hülle umgeben ist
	Kohlenhydrate:	Bei vielen Viren komplexe Polysaccharide in den Hüllen Kohlenhydrate in den Köpfen der Phagen

Vermehrung: Obligat intrazellulärer unter Umsteuerung der Funktion geeigneter lebender Zellen; in der Regel mit Schädigung des Wirtsorganismus

Ökologische Wechselbeziehungen

Das Ökosystem besteht aus zwei Typen, der Biozönose und dem Biotop

Als Biozönose bezeichnet man die Lebensgemeinschaft von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen in Wechselbeziehung durch Abhängigkeit und Beeinflussung

Das Biotop ist ein natürlicher, abgrenzbarer Lebensraum einer darauf abgestimmten Lebensgemeinschaft

Einige Vergesellschaftungsformen

Symbiose:	Vergesellschaftungsform zum gegenseitigen Nutzen
Kommensalismus:	Vergesellschaftungsform, bei der sich der eine, meist kleinere Organismus, von Nahrungsüberschuß des anderen miternährt
Parasitismus:	Schmarotzertum (Ekto- und Endoparasitismus)

Nahrungskette innerhalb eines Ökosystems

Produzenten (autotrophe Pflanzen) → Konsumenten (heterotrophe Herbivoren) → Sekundärkonsumenten (Karnivoren) → Tertiärkonsumenten (Karnivoren) → Destruenten (Bakterien, Pilze, Kleinorganismen) → anorganische u. organische Verbindungen → Strahlungsenergie → sich wiederholender Kreislauf

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Eutrophierung und Umkippen eines Gewässers

Durch die Überladung des Bodens mit organischen Substanzen in Verbindung mit oligotrophen Gewässer beginnt die Zunahme der Produzenten und Konsumenten. Durch die Eutrophierung kommt es zur Zunahme der aeroben Destruenten. Dadurch zur weiteren Zunahme der anaeroben Destruen. Dadurch kippt das Gewässer um

Zellvermehrung und Keimzellbildung

Mitose:

- Prophase: 1. Spiralisation der Chromosomen und Sichtbarwerden der Chromatiden
2. Wanderung der Zentriolen zu den Zellpolen
3. Auflösung der Kernhülle
- Metaphase: 1. Ausbildung des Spindelapparates
2. Anordnung der Spinalfaseransatzstellen in der Äquatorialebene durch die Spindelphasern
3. Chromatiden hängen nur noch in der Zentromerregion zusammen, wodurch das typische Bild eines Metaphase-Chromosoms entsteht
- Anaphase: 1. Zentromerenteilung
2. Trennung der Chromatiden und ihr Transport zu entgegengesetzten Zellpolen
- Telophase: 1. Entspiralisierung der Chromosomen
2. Bildung einer neuen Kernmembran
3. Bildung der Nukleonen
4. Anstieg der RNA-Syntheseleistung
5. Auflösung des Spindelapparates
- Zytokinese: 1. Durchschnürung der Zelle mit zufälliger Verteilung der Zellorganellen
2. Entstehung von zwei Tochterzellen

Polyploidie, Kernfragmentation und Synzytien

- Endomitose:** Chromosomenvermehrung ohne Zellteilung
Folge: Polyploide, Vergrößerung der Zelle
Beispiele: Megakaryozyten, Osteoclasten, Fremdstoff-Riesenzellen, Leberzellen
Tumorzellen
- Amitose:** Zellteilung ohne Chromosomenvermehrung
Folge: Kernfragmentierung
Beispiele: Ziliaten und bestimmte Protisten
- Zellfusion:** Sekundäre Verschmelzung von Zellen unter Auflösung von Zellmembranen
Folge: Synzytien
Beispiele: Myoblasten zur Bildung quergestreifter Muskelfasern

Zelltypen, die im Rahmen der Hämatopoese von pluripotenten Stammzellen abstammen

Erythrozyten, Neutrophile Granulozyten, Eosinophile Granulozyten, Basophile Granulozyten, Lymphozyten

Gewebeveränderungen

- Atrophie:** Organ- und Gewebeverkleinerung durch Verkleinerung der Zellen oder Verminderung der Zellzahl
- Hypotrophie:** Verkleinerung von Zellen ohne Zellverminderung
- Hyperplasie:** Organ- oder Gewebevergrößerung durch Vermehrung der Zellzahl. (numerische Regener.)
- Hypertrophie:** Vergrößerung von Zellen ohne Zellvermehrung, z.T. durch Polyploidisierung od. Aneuploidie
- Metaplasie:** Umwandlung einer Gewebeart mit differenziertem Zelltyp in eine andere, normalerweise durch inadäquate Reizung

Die Meiose

1. Reifeteilung (RI)

Prophase I

Leptotän: Sichtbarwerden der sich spiralisierenden Chromosomen
Fixierung der Telomeren an der Kernmembran

Zygotän: Synapsis, synaptonemaler Komplex ist für exakte Paarung verantwortlich

Pachytän: Sichtbarwerden von Bivalenten mit 4 Chromatiden = Tetradenstadium
Durch Crossing-over Rekombination

Karyotyp

Diploid, 4 Chromatiden

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Diplotän:	Lockerung der Parallelkonjugation durch Auflösung des synaptonemalen Komplexes. Chiasmata werden sichtbar	
Diakinese:	Weiteres Auseinanderweichen der homologen Chromosomen	
Metaphase I	Formierung der Bivalente in der Äquatorialplatte	
	Auflösung der Chiasmae	
Anaphase I	Trennung der homologen Chromosomen und deren Bewegung zu entgegengesetzten Polen	
Interkinese:	Bildung zweier haploider Tochterkerne	Haploid, 2 Chromatiden
2. Reifeteilung (RII)		
Prophase II		
Metaphase II	Entspricht mitotischer Teilung, wobei als Ergebnis die homologen Chromatiden getrennt werden und 4 Zellen	
Anaphase II		
Telophase II	mit haploiden Chromosomensatz entstehen	Haploid, 1 Chromatide

Die Grundlagen der Gentechnik und ihre Anwendung in der Medizin

Die Möglichkeit zur Gewinnung von DNA-Segmenten

Aminosäuresequenz: DNA-Sequenz wird durch chemische Synthese hergestellt

Klonierung des gesamten Genoms: „Schrotschußklonierung“ und Selektionierung auf die gewünschte Sequenz

m-RNA ist angereichert: Übersetzung in eine c-DNA

Klonierungsvektoren und der Einbau von DNA-Segmenten

Klonierungsvektoren Einbau von DNA-Segmenten

Plasmide Sticky ends können gepaart und durch Ligase verknüpft werden

Viren Stumpfe Enden werden mit Linker-DNA gekoppelt, geschnitten und mit einem ebenso vorbehandelten Vektor durch Ligase verknüpft

Cosmide Inkubation des Einbausegments mit Terminaler Transverase und Nukleotiden und Verknüpfung mit einem ebenso vorbehandelten Vektor durch Ligase

Evolution, Morphologie und Physiologie der ein-u. mehrzelligen Organismen

Die entscheidenden Faktoren der Evolution

Mutation: Die Voraussetzung einer evolutionsrelevanten Mutation ist ihre Auswirkung auf die Fortpflanzungsrate bei gegebenen Selektions- und Isolationsbedingungen

Selektion: Die Selektion prüft eine spontane Mutation auf ihren Fortpflanzungsvorteil

Isolation: Die Isolation schafft die Rahmenbedingungen durch Reproduktionsschranken

Einige Evolutionsvorgänge auf DNA-Ebene

Vermehrung von DNA: Duplikation
Polyploidisierungen

Strukturelle DNA-Umbauten: Translokation
zentrische Fusion
Telomerfusion
Inversion, peri- und paracentrisch

Feinumbauten: Genmutationen

Regulation

Intrazelluläre Regulation

Regulation auf DNA-Ebene: Gen-Amplifikation
Abbau von Genen in Somazellen
Kernverlust

Regulation der Transkription: Steuerung der Bereitstellung von m-RNA
Negative Genregulation bei Prokaryonten über Repressoren (Substratinduktion, Endproduktrepression)
Positive Genregulation bei Pro- und Eukaryonten. - c-AMP

PROGENIE

WWW.PROGENIE.DE

Regulation der Translation:	Steuerung der Halbwertszeit der m-RNA Steuerung der Faktoren der Proteinbiosynthese
Regulation der Enzymaktivität:	Isosterischer Effekt Allosterischer Effekt
Intrazelluläre Regulation:	Hormonregulierung Neurotransmitterregulierung
Differenzierungsprozesse	
Selbstdifferenzierung:	Autonom in der Zelle
Induktion:	Eingeleitet durch Außenfaktoren
Ent- und Umdifferenzierung:	Veränderung der Zellfunktion
Zellmigration:	Wanderung u. Verlagerung von Zellen bzw. Zellgruppen
Regeneration:	Wiederherstellung und Ersatz von Zellen
Regression:	Einschmelzen oder Abstoßen von Zellen

Glossarium der verwendeten Fachausdrücke siehe Anhang Buselmaier

Anmerkung des Internetreferenten:

Diese Version der Onlineausgabe wurde nicht auf orthographische Fehler untersucht und auch nicht doppelgelesen. Für eine überarbeitete Version sind wir dankbar. In einem solchen Fall würden wir die Datei auch in dem gewünschten Format digital bereitstellen.