

## Fragenkatalog für die Vorlesung im Hauptstudium / Master

### Bewegungswissenschaft III: „Menschlicher Bewegungsapparat und Leistungsdiagnostik“

Wank / Stand: SS 2024\_23-06-2024

#### 1. Einleitung/Themen/Literatur

-----

#### 2. Zellen / Nervensystem

1. Skizziere eine (unspezialisierte) menschliche Zelle und benenne die Zellorganellen (8) mit Angabe der jeweiligen Funktionen! **(9P)**
2. Beschreibe das Prinzip der Signalfortleitung im Axon einer Nervenzelle! Gehe dabei vom Ruhepotential (mit Erläuterung, was das ist) aus und beschreibe die Phasen des Aktionspotentials (mit Zeitverlauf-Diagramm)! Warum hat sich in der Evolution die „kostspielige“ Lösung des Ruhepotentials durchgesetzt? **(8P)**
3. Auf welche Weise werden bei der Ansteuerung von Skelettmuskelfasern Erregungsleitungsgeschwindigkeiten von bis zu 120m/s erreicht? Beschreibe den Mechanismus! **(2P)**
4. Welche Aufgabe haben Propriozeptoren (1P)? Wie funktionieren Muskelspindeln (1P)? Welche Messgrößen werden in Muskelspindeln mit welchen Afferenzen erfasst (2P)? **(4P)**
5. Was ist ein Dehnungsreflex, was bewirkt er (3P)? Skizziere das Regelschema (2P)! **(5P)**
6. Beschreibe die komplexe Regelung einer Willkürbewegung von der Handlungsentscheidung bis zum erfolgreichen Vollzug mit den Unterpunkten Ausgangspunkt der Handlung, neurophysiologischer Ablauf unter Beachtung der Regelmechanismen! **(5P)**
7. Skizziere den Versuchsaufbau zur Messung des Hoffmann-Reflexes! Erläutere den Messablauf und die Ergebnisse mit Diagramm zum M- und H-Wellen-Verlauf! Welche Informationen liefern die Messergebnisse? **(5P)**

#### 3. Muskel (I): Anatomie und Physiologie:

##### Muskelstruktur, Erregung, Kontraktion und Muskelarchitektur

8. Beschreibe oder skizziere den hierarchischen Aufbau eines Skelettmuskels (mit allen Strukturebenen) (6P)! Warum wird der Skelettmuskel auch quer gestreifter Muskel genannt (1P)? Warum spricht man von Muskelfasern und nicht von Muskelzellen (2P)? **(9P)**
9. Skizziere ein Sarkomer mit Bezeichnung der drei wichtigsten Strukturproteine (4P)! Erläutere die Begriffe Querbrückenbindung und Filamentgleiten(2P)! **(5P)**
10. Definiere motorische Einheit und motorische Endplatte (2P)! Beschreibe den Signalfluss vom motorischen Zentrum des Zentralnervensystems bis zur motorischen Endplatte (bei einer Willküraktion, 4P)! **(6P)**

11. Skizziere eine Synapse (4P)! Beschreibe die Prozesse, die beim Übergang des Aktionspotentials vom Nerv auf die Muskelfasermembran ablaufen, inklusive Deaktivierung (4P)! **(8P)**
12. Beschreibe den Fortlauf der Erregungsleitung in der Muskelfaser von der motorischen Endplatte bis zur Auslösung der Aktin-Myosin-Kopplung detailliert mit diversen Ionenströmen! **(6P)**
13. Wie funktioniert der Mechanismus von Muskelverkürzung und Kraftentwicklung auf Sarkomerebene (5P)? Wo wird dabei ATP verbraucht (2P)? Unter welcher Voraussetzung laufen Querbrückenzyklen ab (1P)? **(8P)**
14. Erläutere die Begriffe Zuckung, unvollständiger und vollständiger Tetanus mit Skizze der Zeitverläufe der Muskelaktivierung (3P)! Bei welchen Reizfrequenzen wird theoretisch ein vollständiger Tetanus bei ST-Fasern und bei FT-Fasern erreicht (2P)? Warum kann ein Muskel insgesamt scheinbar „glatt“ (tetanisiert) kontrahieren, obwohl alle motorischen Einheiten stets mit Reizfrequenzen unterhalb der Tetanusfrequenz aktiviert werden (1P)? **(6P)**
15. Wie kann Kraft-Output und Bewegungsgeschwindigkeit (Intensität der Kontraktion insgesamt) geregelt werden (6P)? Erläutere, nach welchem Prinzip die Einschaltung motorischer Einheiten erfolgt und begründe, warum das sinnvoll ist (2P)! **(7P)**
16. Welche beiden Grundtypen von Muskelarchitektur gibt es? Skizziere jeweils die schematische Faseranordnung für diese beiden Grundtypen (2P)! Nenne je einen typischen Beispielmuskel für die beiden Architekturtypen (2x0.5=1P)! Wie wirkt sich die Anordnung der Muskelfasern auf die biomechanischen Eigenschaften der Muskeln jeweils aus (mit Begründung, 2x2=4P)? Zeichne die typischen Verläufe der aktiven Kraft-Längen- Kennlinie und der Last Geschwindigkeitskennlinie (Kontraktionsdynamik) mit zwei verschiedenen Farben in je ein Diagramm (2x2x0.5=2P)! **(9P)**

#### **4. Muskel (II): Anatomie und Physiologie: Nährstoffe, Energiestoffwechsel, Muskelfasertypen**

17. Welche Grundstoffe nehmen wir mit der Nahrung und mit der Atmung auf (8x0.5=4P) und welche Stoffe scheiden wir wieder aus (4x0.5=2P)? **(6P)**
18. Charakterisiere das Wesen und den Grundaufbau von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen (3x2=6P)! Was ist der Unterschied zwischen Glykogen und Glukose (1P), weshalb muss ständig zwischen beiden Verbindungen umgebaut werden (1P)? **(8P)**
19. Wozu benötigt der Mensch Energie (3P)? Welche Stoffwechselwege stehen zur Energiebereitstellung im Muskel zur Verfügung? Nenne Ausgangsstoffe, Wesen/Besonderheiten/Effizienz und Einsatzbereich (Intensität und Dauer) des jeweiligen Stoffwechselweges (4x2=8P)! **(11P)**
20. Erläutere den bevorzugten Energiestoffwechselweg bei sehr intensiver Belastung über eine Dauer von mehr als 20s (Wesen, Substrat, Energieausbeute, Vor- und Nachteile)! **(5P)**
21. Wie sind Fette aufgebaut (2P)? Erläutere das Wesen der  $\beta$ -Oxidation (Ausgangsstoff, Prozess, Zwischenprodukt – wo wird das Zwischenprodukt weiterverarbeitet?) (4P)! Warum ist der Fettstoffwechsel nicht die „erste Wahl“ bei der Energiebereitstellung (1P)? **(7P)**
22. Erläutere das Wesen des Zitratzyklus: Ziel (1P), Input (3x0.5=1.5P, Output (4x0.5=2P)! Wo findet er statt (0.5P)? **(4P)**

23. Erläutere das Wesen der Atmungskette (Ziel(1P), Input (2x0.5=1P), Output(2x0.5=1P)! Wo findet sie statt (0.5P)? **(2.5P)**
24. Charakterisiere die drei wichtigsten Typen der Skelettmuskelfasern! Gehe sowohl auf kontraktile/biomechanische Eigenschaften (2P) als auch auf biochemische (Stoffwechsel) Eigenschaften (2P) ein! Welche Maximalkraftwerte erreichen ST- und FT-Fasern (1P)? **(5P)**
25. Wie kann das Muskelfaserspektrum bestimmt werden (2P)? Erläutere insbesondere die histochemischen Verfahren zur Fasertypdeterminierung (Zuordnung des Muskelfasertyps auf der Basis von Enzymnachweisen) 3P)! **(5P)**
26. Das Muskelfaserspektrum ist weitgehend genetisch determiniert. Welche Anpassungsvorgänge gibt es auf der histochemischen Ebene der Muskelfasern bei extremen Belastungen im Ausdauerbereich (2P) bzw. im Maximalkraft-/Schnellkraftbereich (2P)? **(4P)**

### **5. Muskel (III) Biomechanik/ Muskelkennlinien**

27. Beschreibe, wie die jeweiligen Muskelkennlinien für einen frei aufgehängten isolierten Muskel experimentell bestimmt werden können: Welche Kontraktionsform (3x0.5=1.5P) Was wird gemessen bzw. variiert (3x2x0,5=3P)? Skizziere die typischen Verläufe gegebenenfalls mit Teilverläufen in je ein Diagramm (4x1=4P)! **(8.5P)**
28. Skizziere von den drei Muskelkennlinien jeweils einen typischen Kennlinienverlauf gegebenenfalls mit Teilverläufen (4P)! Von welchen Einflussgrößen hängt der Kennlinienverlauf jeweils ab (3x1=3P)? Füge in die Kennliniendiagramme jeweils eine zweite Kennlinie (andere Farbe) mit einer von der ersten Kurve abweichenden Charakteristik ein und begründe die Unterschiede(3x1=3P)! **(10P)**
29. Nenne die vier wichtigsten Kontraktionsformen und erlähutere deren Wesen! **(4P)**
30. Skizziere die drei Muskelkennlinien (ggf. mit Teilverläufen, 4P) und markiere in allen Diagrammen den Kurvenpunkt für das isometrische Kraftmaximum (3x0.5=1.5P)! **(5.5P)**
31. Skizziere die Kraft-Geschwindigkeitskennlinie mit exzentrischer Kraftwirkung (1P)! Wie kann sie experimentell bestimmt werden (1P)? **(2P)**

## 6. Passiver Bewegungsapparat I: Sehnen, Knorpel, Knochen

32. Nenne die Aufgaben des passiven Bewegungsapparates ( $7 \times 0.5P = 3.5P$ )! Welche Bestandteile hat der passive Bewegungsapparat ( $6 \times 0.5 = 3P$ )? **(6.5P)**
33. Charakterisiere die physikalischen Materialeigenschaften **Elastizität** und **Dämpfung** (Ursachen/Einflussgrößen, Energiefluss, mit Formeln,  $2 \times 2 = 4P$ )! **(4P)**
34. Welche Differenzierungen des Knorpelgewebes kennen wir ( $3 \times 0.5 = 1.5P$ )? Wo kommen diese Knorpelarten jeweils vor ( $3 \times 0.5 = 1.5P$ )? **(3P)**
35. Skizziere ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm für eine typische Sehne (3P)! Welche Prozesse laufen in den verschiedenen Abschnitten bei zunehmender Dehnung ab (3P)? **(6P)**
36. Beschreibe die Effekte von Hysterese und von Kriechen z.B. bei Sehnen ( $2 \times 2 = 4P$ )! Skizziere die Verläufe bei wiederholtem Dehnen (Hysterese) und für Kriechen beim Halten in gedehntem Zustand in je einem geeigneten Diagramm ( $2 \times 2 = 4P$ )! **(8P)**
37. Wie sind Röhrenknochen aufgebaut (mit Skizze,  $5 \times 0.5 = 2.5P$ )? Welche Funktionen erfüllen Röhrenknochen ( $5 \times 0.5 = 2.5P$ )? **(5P)**
38. Welche Formen der Knochenbelastung gibt es ( $4 \times 0.5 = 2P$ )? **(2P)**

## 7. Passiver Bewegungsapparat II: Gelenke und Kraftübertragung

39. Welche Funktion haben Gelenke (4P)? Skizziere ein klassisches (echtes) Gelenk (2P) und benenne dessen Bestandteile ( $8 \times 0.5 = 4P$ )! **(10P)**
40. Welche Grundtypen von Gelenken gibt es in unserem Körper (7)? Nenne zu jedem Typ die Zahl der Freiheitsgrade (Zahl der Bewegungsebenen) und je ein Gelenk, das dem jeweiligen Typ zugeordnet werden kann! **(7P)**
41. Die Bewegung unserer Gliedmaßen basiert auf Drehmomenten in den Gelenken. Erläutere an den Beispielen der Armbeugung und der Armstreckung (jeweils mit Skizzen,  $2 \times 1 = 2P$ ), wie Last- und Muskelmomente zustande kommen! Zeichne in eine Skizze für die Armbeuger die relevanten Größen für die Entstehung von Muskel- bzw. Lastmomenten ein ( $2 \times 1 = 2P$ )! **(4P)**
42. Erläutere mit Formeln die Begriffe Last- und Muskelmoment! Wie kann bei einem gegebenem Gelenkmoment die Muskelkraft des gelenkmomentverursachenden Muskels unter statischen Bedingungen berechnet werden (1P)? Skizziere die Situation unter Berücksichtigung aller für die betrachteten Momente relevanten Größen (2P)! Unter welchen biomechanischen Bedingungen kann ein Armbeuger (z.B. der Biceps) ein Gewicht in der Hand halten (0.5P)? Unter welchen Bedingungen wird das Gewicht nach oben beschleunigt (0.5P)? **(4P)**
43. Wie ist das Kniegelenk aufgebaut? Skizziere das Kniegelenk mit den wesentlichen Bestandteilen (3P) und charakterisiere die besonderen biomechanischen Eigenschaften dieses Gelenks (2P) zuzüglich der Besonderheit, die bei der Übertragung von Kräften vom Oberschenkelstrecker (Quadrizeps) auf den Unterschenkel auftritt (1P)! **(6P)**
44. **Erläutere** vier Möglichkeiten zur Bestimmung von Muskelkräften aus gemessenen Gelenkmomenten bei menschlichen Bewegungen ( $4 \times 2 = 8P$ )! **(8P)**

## 8. Diagnose von Krafftähigkeiten

45. Wie sind konditionelle Fähigkeiten strukturiert (3P)? Ordne gegebene Sportarten und Disziplinen in das Fähigkeitsdreieck ein ( $4 \times 0.5 = 2P$ )! **(5P)**
46. Beschreibe Messaufbau und Durchführung eines isometrischen Tests für die Plantarflexoren (Skizze, 2P)! Was ist bei der Testplanung zu beachten ( $2 \times 0.5 = 1P$ )! Skizziere die Messergebnisse für zwei Probanden mit unterschiedlichem Krafftähigkeitsprofil (2P) und interpretiere diese anhand der Auswerteparameter ( $2 \times 1 = 2P$ )! **(7P)**
47. In welchen Etappen erfolgt ausgehend von untrainiert die Verbesserung der Maximalkraft infolge von Training? **(3P)**
48. Wie ist Maximalkraft aus der Sicht verschiedener Sportarten und aus sportwissenschaftlicher Sicht definiert (2P). Bei welcher Kontraktionsformen können die höchsten Kräfte gemessen werden ( $0.5P$ )? Warum eignen sich diese nicht zum Definieren von Maximalkraft ( $2 \times 0.5 = 1P$ )? **(3.5P)**
49. Bei konzentrischen Tests werden in der Regel  $v-t$ -Verläufe gemessen! Beschreibe die weitere Auswerteprozedur ( $2 \times 0.5 = 1P$ ) und zeige, wie die wichtigsten Auswerteparameter aus dem Messverlauf bestimmt werden können ( $4 \times 0.5 = 2P$ )! (mit Skizzen einer typischen Paarung von  $v-t$ - und  $s-t$ -Verlauf,  $2 \times 1 = 2P$ )! Skizziere das Messergebnis von einem Versuch bei gleicher Last für zwei Probanden mit identischer Beinlänge aber unterschiedlichen Schnellkraftvoraussetzungen (2P)! **(7P)**
50. Beschreibe den Versuchsablauf zur Erfassung einer konzentrischen Lastenreihe am Beispiel der Kniestrecker (Leg-Press,  $4 \times 0.5 = 2P$ )! Skizziere die Messergebnisse einer Lastenreihe für zwei Probanden mit ähnlicher Körpergröße aber unterschiedlichen Krafftähigkeiten in ein Last -Geschwindigkeits-Diagramm ( $2 \times 1 = 2P$ ) und begründe das Ergebnis (1P)! **(5P)**
51. Beschreibe den Messaufbau und das Versuchsdesign sowie die Auswerteprozedur (2P) mit Skizze eines typischen Messverlaufs (1P) zur Bestimmung von Kraftausdauerfähigkeiten der Beinstrecker! **(3P)**
52. Was ist eine isokinetische Kontraktion ( $2 \times 1 = 2P$ ), Beschreibe den Versuchsaufbau (mit Skizze) und den Messablauf für eine Kniestrecker-Analyse (2P)! Welche Parameter werden vorgegeben, welche gemessen ( $2 \times 0.5 = 1P$ )? Skizziere einen typischen Messverlauf für zwei Winkelgeschwindigkeiten ( $2 \times 1 = 2P$ )! Wo werden isokinetische Kontraktionen angewendet ( $2 \times 0.5 = 1P$ )? **(7P)**
53. Skizziere einen typischen Verlauf der vertikalen Bodenreaktionskraft für einen Counter-Movement-Jump und zeichne den Verlauf der KSP-Geschwindigkeit bis zum Gipfelpunkt (ca. Mitte der Flugphase,  $1 + 2 = 3P$ )! Markiere die wesentlichen Phasen im Bewegungsablauf ( $5 \times 0.5 = 2.5P$ )! Zeige mit Formeln, wie man aus der Bodenreaktionskraft  $F_z(t)$  die Zeitverläufe der KSP-Geschwindigkeit und der KSP-Höhe berechnet (2P)! **(7.5P)**
54. Welche Reize und welche Trainingsmethoden führen zur Steigerung der Maximalkraft ( $2 \times 1.5 = 3P$ )? Welche Anpassungserscheinungen treten dabei bezogen auf die jeweilige Methode nach einer mehrmonatigen Trainingsperiode auf ( $2 \times 2 \times 0.5 = 4P$ )? **(7P)**
55. Wie erfolgt die Querschnittszunahme im Muskelgewebe (1P)? Gehe dabei auf Hypertrophie-Differenzen der Fasertypen beim Training von Maximalkraft und Kraftausdauer ein ( $2 \times 2 \times 0.5 = 2P$ )? **(3P)**

## 9. Diagnose von Ausdauerfähigkeiten

56. Was ist der respiratorische Quotient (RQ, 1P)? Wie kann bei der Spiroergometrie anhand des RQ auf den bei der jeweiligen Belastung aktivierten Stoffwechselprozess zurückgeschlossen werden (mit Begründung,  $3 \times 0.5 = 1.5P$  und Nennung der Einschränkungen, 1P)? **(3.5P)**
57. Definiere die Begriffe aerobe und anaerobe Schwelle und erläutere die damit einhergehenden Prozesse ( $2 \times 2 \times 0.5 = 2P$ )! **(4P)**
58. Beschreibe den Laktat-Stufentest am Laufband-Ergometer ( $4 \times 0.5 = 2P$ )! Skizziere die typischen Verläufe einer solchen Messung (3P) und kennzeichne die anaerobe Schwelle (1P)! Wie können die Ergebnisse des Laktat-Stufentests zur Trainingssteuerung genutzt werden ( $2 \times 0.5 = 1P$ )? Welche Bedeutung hat die anaerobe Schwelle für die Trainingssteuerung (1P)? **(7P)**
59. Welche Trainingsmethoden finden im Ausdauertraining in unterschiedlichen Trainingsetappen (VP1, VP2, WP, ÜP) Anwendung (Mehrfachnennungen möglich, 4P)? Skizziere die Belastungs-Zeit-Diagramme für die verschiedenen Grundmethoden (4P)! **(8P)**
60. Charakterisiere die Anpassungserscheinungen im Blut und im Muskelgewebe, die nach regelmäßigem Ausdauertraining auftreten **(5P)**

## 10. Elektromyografie (EMG)

61. Wie kommt das Oberflächen-EMG (Summenpotential) aus physiologischen Gegebenheiten zustande (Begriff Depolarisationswelle, Skizze zur Potentialentstehung bei Differenzmessung, Einflüsse auf Signalamplitude und –frequenz)?
62. Welche EMG-Arten gibt es (Systematik zur Ableitkonfiguration)?
63. Beschreibe die Präparation zur Ableitung eines bipolaren Oberflächen-EMGs!
64. Welche Faktoren beeinflussen das EMG-Signal (sowohl physiologische Faktoren zur Signalentstehung als auch Störfaktoren)?
65. Mit welchen Standardverfahren werden EMG-Signale dargestellt? Skizziere Rohsignal und die diversen Darstellungsformen (Zeitreihen)!
66. Erläutere das Wesen der Frequenzanalyse des EMG-Signals mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) (mit Beispielskizze eines typischen Ergebnisses)!
67. Welche Informationen liefert das Oberflächen-EMG? Welche Probleme bzw. Einschränkungen treten bei der Anwendung des Oberflächen-EMGs bei sportlichen Bewegungen auf?
68. Bewerte die Aussagekraft einer einzelnen EMG-Messung? Wie können charakteristische Aktivierungsmuster mit hoher statistischer Sicherheit bestimmt werden!
69. Nenne 5 typische Anwendungsfelder (Fragestellungen) für den Einsatz des Oberflächen-EMGs!