

THP202 Puggekompendium for PDF og Lydbok

Syntese av tidligere eksamener og sensorveiledninger fra 2023, 2024 og 2025. Denne PDF-en bruker samme innhold som EPUB-en, men er satt opp som et lineært puggedokument.

Del 1: Overblikk

Hvordan eksamen ser ut

- Eksamen er omtrent likt delt mellom utholdenhet og styrke.
- Langsvar utgjør mest poeng og krever forklaring av mekanismer, ikke bare stikkord.
- Flervalg tester definisjoner, tallverdier og presise fysiologiske sammenhenger.

Hovedtemaer som går igjen

- Utholdenhet: Ficks ligning, VO_2 maks, slagvolum, minuttvolum, $a-vO_2$ -differanse, kapillærtetthet, arbeidsøkonomi, utnyttingsgrad og anaerobe egenskaper.
- Styrke: maksimalstyrke, RFD, 1RM, nevralt adaptasjon, hypertrofi, signalveier, satellittceller, fibertyper og aldring/sarkopeni.
- Sensor liker mekanismekjeder: definisjon, fysiologisk endring, og effekt på prestasjon eller målt variabel.

Mest sannsynlig å komme igjen

- Forklaring av økt VO_2 maks via Fick, særlig økt slagvolum og maksimalt minuttvolum.
- Kapillærtetthet og hvorfor den er viktig selv når maksimal $a-vO_2$ -differanse bare øker lite til moderat.
- Arbeidsøkonomi, utnyttingsgrad og anaerobe egenskaper i kondisjonsidretter.
- 1RM og nevralt adaptasjon i styrke, pluss testprotokoll.
- Hypertrofi med mekanisk spenning, metabolsk stress, mTOR/MAPK, satellittceller, myostatin og testosteron.
- Aldring: type II-fiberatrofi, motoriske enheter, sarkopeni og hvorfor power faller mest.

Hva skiller gode svar fra middels svar?

Gode svar definerer begrepene presist, bruker riktige enheter og tall, forklarer mekanismen steg for steg og knytter den til prestasjon eller målt variabel. Middels svar lister ord uten årsakskjede, blander definisjoner eller skriver generelt at trening gjør hjertet eller muskelen bedre uten å forklare hvordan.

Del 2: Utholdenhet

Ficks ligning

Hva sensor gir poeng for: Kunne formelen, fulle navn, enheter og hva som normalt endres med trening.

Kort puggesvar: $VO_{2\text{maks}} = HF_{\text{maks}} \times SV \times (CaO_2 - CvO_2)$. Maksimalt oksygenopptak bestemmes av hvor mye blod hjertet pumper per minutt og hvor mye oksygen musklene tar ut av blodet.

Vanlige feil: Å blande oksygeninnhold med oksygentrykk, glemme enheter, eller skrive at HF_{maks} øker med trening.

VO₂maks

Hva sensor gir poeng for: Definisjon som maksimal mengde O₂ per tidsenhet. Kunne L/min, mL/min og mL/kg/min.

Kort puggesvar: $VO_{2\text{maks}}$ er kroppens maksimale evne til å ta opp og bruke oksygen. Hos friske er hjertets maksimale minuttvolum ofte hovedbegrensningen.

Vanlige feil: Å forklare $VO_{2\text{maks}}$ bare som kondisjon uten mekanisme.

HFmaks

Hva sensor gir poeng for: Maksimal hjerterefrekvens, slag/min. Uendret eller litt redusert etter trening.

Kort puggesvar: HF_{maks} er høyeste puls personen kan oppnå. $VO_{2\text{maks}}$ øker hovedsakelig fordi SV øker, ikke fordi HF_{maks} øker.

Vanlige feil: Å skrive at utholdenhetstrening øker HF_{maks} .

Slagvolum

Hva sensor gir poeng for: Volum blod pumpet per slag. $SV = EDV - ESV$. Øker med utholdenhetstrening.

Kort puggesvar: Slagvolum øker fordi hjertet fylles bedre og ofte tømmer seg litt bedre. Økt EDV er viktigst.

Vanlige feil: Å bruke minuttvolum som definisjon på slagvolum.

Minuttvolum

Hva sensor gir poeng for: $MV = HF \times SV$. Submaksimalt kan MV gå ned ved samme arbeid, maksimalt øker det.

Kort puggesvar: Ved samme submaksimale O₂-behov kan lavere HF og høyere a-vO₂-diff gi lavere MV. Maksimalt øker MV fordi SV øker.

Vanlige feil: Å si at MV øker ved alle intensiteter etter trening.

CaO₂ og CvO₂

Hva sensor gir poeng for: CaO₂ er arterielt oksygeninnhold, CvO₂ er sentralvenøst/blandet venøst oksygeninnhold.

Kort puggesvar: CaO₂ bestemmes særlig av Hb-konsentrasjon og O₂-metning. CvO₂ synker når musklene ekstraherer mer O₂.

Vanlige feil: Å tro at CaO_2 øker mye med trening. Hb-konsentrasjon kan være lik eller lavere ved økt plasmavolum.

Hemoglobin og metning

Hva sensor gir poeng for: CaO_2 omtrent $\text{Hb} \times \text{metning} \times 1,34 \text{ mL O}_2/\text{g Hb}$. Hb typisk 115-165 g/L.

Kort puggesvar: Høyt hemoglobinmasse gir høy O_2 -transport. Arteriell metning er normalt ca. 90-98 prosent i hvile, venøs metning mye lavere.

Vanlige feil: Å forveksle hemoglobinmasse med hemoglobinkonsentrasjon.

A- vO_2 -differanse

Hva sensor gir poeng for: Forskjellen mellom arterielt og venøst O_2 -innhold. Øker lite til moderat med trening.

Kort puggesvar: A- vO_2 -differansen øker fordi venøst O_2 -innhold blir lavere når musklene får bedre kapillærnett og mitokondriell kapasitet.

Vanlige feil: Å skrive at a- vO_2 -differansen alene forklarer hele $\text{VO}_{2\text{maks}}$ -økningen.

Kapillærtetthet

Hva sensor gir poeng for: Sensor vektlegger redusert diffusjonsavstand og opprettholdt mean transit time.

Kort puggesvar: Flere kapillærer gjør at blodet kan passere store aktive muskler uten at transittiden blir for kort for O_2 -diffusjon.

Vanlige feil: Å si at kapillærer er uviktige fordi a- vO_2 -diff bare øker litt.

Mitokondrier

Hva sensor gir poeng for: Økt oksidativ kapasitet og bedre bruk av O_2 i muskelen.

Kort puggesvar: Flere mitokondrier og aerobe enzymer gjør muskelen bedre til å bruke O_2 og arbeide aerobt ved høyere intensitet.

Vanlige feil: Å gjøre mitokondrier til hovedforklaring på økt maksimalt MV.

Arbeidsøkonomi

Hva sensor gir poeng for: Oksygenkostnad per hastighet eller per meter. Lavere VO_2 ved samme fart er bedre økonomi.

Kort puggesvar: Arbeidsøkonomi bestemmer hvor høy hastighet du får ut av en gitt aerob energiomsetning.

Vanlige feil: Å blande arbeidsøkonomi med mekanisk effektivitet uten å forklare forskjellen.

Utnyttingsgrad

Hva sensor gir poeng for: Prosentandel av $\text{VO}_{2\text{maks}}$ som kan holdes i konkurranse.

Kort puggesvar: VO₂maks og utnyttingsgrad bestemmer aerob energiomsetning som kan holdes, mens økonomi bestemmer fart/arbeid ut av den.

Vanlige feil: Å definere utnyttingsgrad som oksygenkostnad.

Anaerobe egenskaper

Hva sensor gir poeng for: Liten del av total energi i lange løp, men avgjørende i spurter, rykk, luker og bakker.

Kort puggesvar: Anaerob kapasitet kan avgjøre resultatet i fellesstarter selv om mesteparten av energien er aerob.

Vanlige feil: Å skrive at anaerobe egenskaper er uviktige i kondisjonsidrett.

Preload

Hva sensor gir poeng for: Fylling/strekk før kontraksjon, knyttet til venøs tilbakestrømming og EDV.

Kort puggesvar: Økt blodvolum, venøs retur og ventrikelcompliance øker preload, EDV og slagvolum.

Vanlige feil: Å blande preload med afterload.

Afterload

Hva sensor gir poeng for: Motstanden hjertet pumper mot. Redusert afterload kan redusere ESV.

Kort puggesvar: Lavere afterload gjør det lettere å tømme ventrikkelen og kan bidra til økt SV.

Vanlige feil: Å skrive at økt afterload øker SV.

EDV og ESV

Hva sensor gir poeng for: EDV er volum før systole, ESV er volum igjen etter systole.

Kort puggesvar: $SV = EDV - ESV$. Trening øker særlig EDV, mens ESV ofte er uendret eller litt lavere.

Vanlige feil: Å tro at ESV må øke når SV øker.

Kontraktilitet

Hva sensor gir poeng for: Hjertets evne til å utvikle kraft ved gitt fylling.

Kort puggesvar: Økt kontraktilitet kan redusere ESV og øke slagvolum ved høy intensitet.

Vanlige feil: Å bruke kontraktilitet som eneste forklaring på økt SV.

Frank-Starling

Hva sensor gir poeng for: Økt EDV gir større strekk og kraftigere kontraksjon, innen fysiologiske grenser.

Kort puggesvar: Mer venøs retur gir større fylling, større strekk av hjertemuskelen og større SV.

Vanlige feil: Å forklare det som at hjertet slår raskere.

Submaksimal puls

Hva sensor gir poeng for: Lavere ved samme absolutte arbeid etter trening.

Kort puggesvar: O₂-behovet er likt ved samme arbeid. Når SV og ofte a-vO₂-diff øker, trengs færre slag per minutt.

Vanlige feil: Å si at lavere puls skyldes lavere energibehov hvis arbeidsøkonomien ikke er endret.

Typiske tall

Hva sensor gir poeng for: Sensor bruker tallspenn for VO₂maks, HFmaks, SV, CaO₂, CvO₂, hvile-VO₂ og O₂-trykk.

Kort puggesvar: Kvinne 65 kg: VO₂maks 2000-4500 mL/min, HFmaks 160-210 slag/min, SV 90-150 mL, CaO₂ 150-200 mL/L, CvO₂ 20-60 mL/L.

Vanlige feil: Å gi urealistiske størrelser, for eksempel CaO₂ på 20 mL/L eller HFmaks 120 hos ung frisk.

Del 3: Styrke

Maksimalstyrke

Hva sensor gir poeng for: Høyeste kraft som kan oppnås uavhengig av tid, spesifiser kontraksjonstype.

Kort puggesvar: Maksimalstyrke er evnen til å utvikle størst mulig kraft, typisk målt som 1RM eller maksimal isometrisk kraft.

Vanlige feil: Å definere det som hurtig kraftutvikling.

Eksplisiv styrke og RFD

Hva sensor gir poeng for: Kraftendring per tidsenhet. Viktig tidlig i kontraksjonen.

Kort puggesvar: Eksplisiv styrke er evnen til å skape kraft raskt. RFD måles i N/s og påvirkes av fyringsfrekvens, rekruttering, seneegenskaper og fibertype.

Vanlige feil: Å blande RFD med maksimal kraft.

1RM

Hva sensor gir poeng for: Sensor forventer muskeltverrsnitt, vektarmer, aktivering og koordinasjon/teknikk.

Kort puggesvar: 1RM i knebøy bestemmes av muskelmasse i relevante muskler, biomekanikk, evne til maksimal aktivering og teknisk koordinasjon.

Vanlige feil: Å bare nevne muskelstørrelse.

1RM-test knebøy

Hva sensor gir poeng for: Kunne konkret protokoll og reproduserbarhet.

Kort puggesvar: 30 prosent 10-12 reps, 50 prosent 6-8 reps, 70 prosent 4-6 reps, 90 prosent 1 rep, deretter 2-3 maksforsøk. Standardiser dybde, fotstilling, pauser, oppvarming og hvile.

Vanlige feil: Å ikke definere godkjent løft eller knebøydypde.

Nevral adaptasjon

Hva sensor gir poeng for: Ryggmargsnivå og supraspinalt nivå. Viktigst tidlig i treningsforløp.

Kort puggesvar: Økt styrke uten stor muskelvekst skyldes bedre rekruttering, høyere fyringsfrekvens, bedre koordinasjon og ofte lavere antagonistaktivitet.

Vanlige feil: Å si at all styrkeøkning første uker er hypertrofi.

Motoriske enheter

Hva sensor gir poeng for: Økt rekruttering av høythreshold-enheter gir høyere kraft.

Kort puggesvar: Styrketrening kan gjøre at flere og større motoriske enheter aktiveres, særlig ved maksimal og eksplosiv innsats.

Vanlige feil: Å skrive at man får flere motoriske enheter av trening.

Fyringsfrekvens

Hva sensor gir poeng for: Rangeres øverst for RFD sammen med rekruttering.

Kort puggesvar: Høyere frekvens av aksjonspotensialer gir raskere summasjon av kraft og høyere RFD.

Vanlige feil: Å plassere fyringsfrekvens bare sent i kontraksjonen.

Dubletter og tripler

Hva sensor gir poeng for: Pluss for å nevne tidlig høy fyringsfrekvens.

Kort puggesvar: To eller tre aksjonspotensialer tett i starten av kontraksjonen kan gi rask kraftstigning.

Vanlige feil: Å skrive at de virker mest i slutten av kontraksjonen.

Antagonistaktivitet

Hva sensor gir poeng for: Redusert antagonistaktivering kan bedre netto kraft og RFD.

Kort puggesvar: Mindre motarbeid fra antagonistene gjør at agonistens kraft gir større ytre kraft.

Vanlige feil: Å påstå at antagonistene alltid skal være helt av.

Koordinasjon og teknikk

Hva sensor gir poeng for: Særlig viktig i flerleddsøvelser og de første 10 ukene.

Kort puggesvar: Bedre timing mellom hofte-, kne- og ryggmuskler gir høyere 1RM uten at hver muskel nødvendigvis har vokst mye.

Vanlige feil: Å bruke isolert kneekstensjon som modell for alt.

EMG

Hva sensor gir poeng for: Måler elektrisk muskelaktivitet. Na⁺ og K⁺ er direkte sentrale for signalet.

Kort puggesvar: EMG kan indikere endret aktivering, men må tolkes forsiktig fordi signalet påvirkes av elektrodeplassering, fettvev og teknikk.

Vanlige feil: Å tolke EMG direkte som kraft.

Interpolert twitch/tetanus

Hva sensor gir poeng for: Relevant metode for aktiveringsgrad.

Kort puggesvar: Ved maksimal kontraksjon stimuleres nerven/muskelen. Ekstra kraftrespons tyder på at personen ikke aktiverte muskelen fullt frivillig.

Vanlige feil: Å stimulere feil struktur eller kalle det hypertrofimåling.

H-refleks, V-wave, TMS

Hva sensor gir poeng for: Metoder for spinal og supraspinal nevralt adaptasjon.

Kort puggesvar: H-refleks sier noe om spinal eksitabilitet, V-wave om efferent drive ved maksimal kontraksjon, TMS om kortikospinal aktivering.

Vanlige feil: Å forklare disse som metoder for muskeltverrsnitt.

Hypertrofi

Hva sensor gir poeng for: Definer som økt volum/masse av enkeltfibre, ikke bare tverrsnitt.

Kort puggesvar: Hypertrofi skyldes mer kontraktile protein, flere/større myofibriller og flere sarkomerer i bredde og eventuelt lengde.

Vanlige feil: Å si at hypertrofi kun er sarkoplasma eller bare økt vann.

Atrofi og hyperplasi

Hva sensor gir poeng for: Atrofi = mindre fibre. Hyperplasi = flere fibre.

Kort puggesvar: Styrketrening gir hovedsakelig hypertrofi. Hyperplasi kan teoretisk bidra, men er langt mindre sikkert hos mennesker.

Vanlige feil: Å bruke hyperplasi som hovedmekanisme.

Myofibriller og sarkomerer

Hva sensor gir poeng for: Sensor vektlegger kontraktile proteinstrukturer.

Kort puggesvar: Aktin og myosin organiseres i sarkomerer. Flere sarkomerer og myofibriller øker muskelfiberens volum og kraftpotensial.

Vanlige feil: Å hoppe rett til hormoner uten å forklare hva som faktisk bygges.

Mekanisk spenning

Hva sensor gir poeng for: Hovedstimulus. Gjelder kraft i enkeltfiberen.

Kort puggesvar: Høy kraft i muskelfiberen aktiverer mekanosensitive prosesser og signalveier som mTOR og MAPK, som øker proteinsyntese over tid.

Vanlige feil: Å si at bare tunge vekter kan gi mekanisk spenning.

Metabolsk stress

Hva sensor gir poeng for: Laktat, uorganisk fosfat, frie radikaler/NO, mange reps og korte pauser.

Kort puggesvar: Metabolsk stress kan bidra til hypertrofi, og lav belastning til utmattelse eller okklusjonstrening kan gi betydelig vekst.

Vanlige feil: Å fremstille mekanismen som helt sikker og fullstendig kartlagt.

mTOR, MAPK, AMPK, p70S6K

Hva sensor gir poeng for: mTOR/MAPK/p70S6K øker proteinsyntese. AMPK kan hemme proteinsyntese ved energistress.

Kort puggesvar: Styrketrening aktiverer anabole signalveier som øker proteinsyntese. Høyt energistress kan via AMPK motvirke mTOR-signalering.

Vanlige feil: Å skrive at bare mTOR finnes, eller at testosteron er en kinase.

Satellittceller

Hva sensor gir poeng for: Aktiveres, prolifererer og fusjonerer med fibre. Donerer kjerner.

Kort puggesvar: Satellittceller støtter vekst og regenerasjon ved å gi flere myonuklei og opprettholde kjernedomenet.

Vanlige feil: Å si at de brukes opp fordi alle datterceller smelter inn i fiber.

Myostatin

Hva sensor gir poeng for: Negativ regulator. Mindre myostatin kan gi mer vekst og satellittcelleaktivitet.

Kort puggesvar: Myostatin bremser hypertrofisignalering og satellittceller og kan øke proteinnedbrytning.

Vanlige feil: Å skrive at myostatin øker muskelvekst.

Testosteron

Hva sensor gir poeng for: Anabolt hormon, viktig for kjønnsforskjeller. Akutt treningsrespons er usikker.

Kort puggesvar: Testosteron øker proteinsyntese og hemmer nedbrytning, men små akutte økninger etter økt forklarer ikke nødvendigvis treningsresponsen.

Vanlige feil: Å si at veksthormon/testosteronresponsen etter økta alene gir hypertrofi.

Fibertyper

Hva sensor gir poeng for: Type I utholdende, IIA raske og relativt utholdende, IIX raskest og mest fatigable.

Kort puggesvar: Tung styrketrening gir ofte overgang IIX til IIA og større vekst i type II enn type I hos utrente.

Vanlige feil: Å skrive IIA til IIX som vanlig respons på tung trening.

Styrke og utholdenhet

Hva sensor gir poeng for: Tung og plyometrisk trening kan bedre løpsøkonomi via kraftpotensial og sene-stivhet.

Kort puggesvar: Styrketrening øker ikke nødvendigvis VO₂maks, men kan bedre arbeidsøkonomi og evnen til å produsere kraft ved lavere relativ belastning.

Vanlige feil: Å påstå at styrketrening alltid øker VO₂maks.

Aldring og sarkopeni

Hva sensor gir poeng for: Tap av muskelmasse, styrke og kvalitet. Type II og motoriske enheter rammes særlig.

Kort puggesvar: Aldring gir atrofi, tap av fibre/motoriske enheter, mer fett/bindevev, lavere hormoner/IGF-1, inflammasjon, færre satellittceller og lavere nerveledningshastighet.

Vanlige feil: Å likestille all aldersrelatert muskelreduksjon med klinisk sarkopeni uten definisjon.

Power ved aldring

Hva sensor gir poeng for: Power = kraft x hastighet. Begge faller, derfor faller power mer.

Kort puggesvar: Hvis kraft faller 25 prosent og hastighet faller 25 prosent, blir power omtrent 44 prosent lavere. Type II-tap og tregere nervesystem forklarer mye.

Vanlige feil: Å forklare power bare med mindre muskelmasse.

Del 4: Sensorformuleringer

Disse formuleringene kan pugges nesten ordrett og brukes direkte i langsvær.

VO2maks og Fick

VO2maks kan uttrykkes med Ficks ligning: $VO2maks = HFmaks \times \text{slagvolum} \times \text{arterievenøs oksygendifferanse}$. Det betyr at maksimalt oksygenopptak bestemmes av hvor mye blod hjertet kan pumpe per minutt og hvor mye oksygen de arbeidende musklene klarer å trekke ut av blodet.

Økt slagvolum

Utholdenhetstrening øker slagvolumet hovedsakelig ved at endediastolisk volum øker. Økt blodvolum, venøs tilbakestrømming og ventrikkelens strekkbarhet øker preload, og via Frank-Starling-mekanismen pumpes mer blod ut per slag. Økt kontraktilitet og redusert afterload kan i tillegg redusere endesystolisk volum.

Kapillærer og a-vO2-diff

Økt kapillærtetthet er viktig selv om maksimal a-vO2-differanse bare øker lite til moderat. Når maksimalt minuttvolum øker, må mer blod gjennom muskulaturen per tidsenhet. Flere kapillærer opprettholder transittiden, reduserer diffusjonsavstanden og gjør at oksygen fortsatt kan diffundere effektivt fra blod til muskel.

Arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad

VO2maks og utnyttingsgrad bestemmer hvor høy aerob energiomsetning utøveren kan holde i konkurranse. Arbeidsøkonomien bestemmer hvor mye hastighet eller ytre arbeid utøveren får ut av denne energiomsetningen. God prestasjon krever derfor høy VO2maks, høy utnyttingsgrad og lav oksygenkostnad ved konkurransefart.

Anaerobe egenskaper

I kondisjonsidretter utgjør anaerob energiomsetning ofte en liten del av totalenergien, men den kan være avgjørende i konkurransesituasjoner. Spurt, rykk, lukking av luker og korte bakker krever høy anaerob kapasitet og hurtig kraftutvikling, særlig i fellesstarter.

Nevral adaptasjon

Nevral adaptasjon etter styrketrening innebærer at nervesystemet aktiverer muskulaturen mer effektivt. Dette skjer gjennom økt rekruttering av motoriske enheter, høyere fyringsfrekvens, bedre koordinasjon mellom muskler og redusert antagonistaktivitet. Derfor kan 1RM øke betydelig de første ukene uten stor hypertrofi.

Hypertrofi

Muskelhypertrofi er økt volum eller masse av enkeltmuskelfibre. Veksten skyldes økt innhold av kontraktile proteiner, flere eller større myofibriller og innbygging av flere sarkomerer i bredde og eventuelt lengde. Hypertrofi er derfor mer enn bare økt tverrsnittsareal.

Mekanisk spenning og metabolsk stress

Mekanisk spenning i den enkelte muskelfiber er et sentralt stimuli for hypertrofi og aktiverer signalveier som mTOR og MAPK. Metabolsk stress ved mange repetisjoner, korte pauser eller okklusjonstrening kan også bidra, selv om koblingen mellom metabolitter og signalveier er mindre kartlagt.

Satellittceller, myostatin og testosteron

Satellittceller aktiveres av styrketrening, deler seg og kan fusjonere med muskelfibre slik at fiberen får flere cellekjerener og større kapasitet for proteinsyntese. Myostatin virker som en brems på muskelvekst, mens testosteron øker proteinsyntese og reduserer nedbrytning, men den akutte hormonøkningen etter økt forklarer ikke nødvendigvis hypertrofien.

Aldring og sarkopeni

Ved aldring faller muskelmasse, styrke og muskelkvalitet. Dette skyldes blant annet atrofi og tap av muskelfibre, tap av motoriske enheter, særlig type II, mer fett og bindevev, lavere nerveledningshastighet, færre satellittceller, lavere hormoner og vekstfaktorer, inflammasjon og anabol resistens.

Power ved aldring

Power reduseres mer enn maksimal kraft fordi power er produktet av kraft og hastighet. Aldring reduserer både kraftpotensialet gjennom mindre kontraktile tverrsnitt og hastighetsegenskapene gjennom type II-fiberatrofi, tregere nervesystem og endret kryssbrokinetikk.

Del 5: Flervalg Flashcards

Utholdenhet

Spørsmål: Hva er normalt arterielt O₂-innhold i hvile?

Svar: Ca. 200 mL O₂ per liter blod.

Spørsmål: Hva er normalt arterielt O₂-trykk i hvile?

Svar: Ca. 13,3 kPa eller 100 mmHg.

Spørsmål: Hva er O₂-trykket i luft?

Svar: Ca. 21,3 kPa eller 160 mmHg. 21 prosent er fraksjonen, ikke trykket.

Spørsmål: Hva er hvile-VO₂ hos voksen?

Svar: Ca. 200-300 mL/min.

Spørsmål: Hva er hvilestoffskifte typisk?

Svar: Ca. 1200-2000 kcal per døgn.

Spørsmål: Hvor stor er termisk effekt av mat?

Svar: Ca. 10 prosent av daglig energiomsetning.

Spørsmål: Hvor mye energi per liter O₂ ved lett arbeid?

Svar: Ca. 5 kcal eller 20 kJ per liter O₂.

Spørsmål: Hva er blodvolum?

Svar: Summen av røde blodceller og plasmavolum. Kan også uttrykkes som hemoglobinmasse delt på [Hb].

Spørsmål: Hva korrelerer svært godt med VO₂maks?

Svar: Hemoglobinmasse.

Spørsmål: Hva er ejeksjonsfraksjon?

Svar: Prosentandel av EDV som pumpes ut per slag.

Spørsmål: Hva er typisk hvile-SV hos utholdenhetstrent?

Svar: Rundt 110 mL er realistisk blant alternativene.

Spørsmål: Hva indikerer lungebegrensning under maks arbeid?

Svar: Lav arteriell O₂-metning, for eksempel 91 prosent eller 88 prosent.

Styrke

Spørsmål: Hva står EMG for?

Svar: Elektromyografi.

Spørsmål: Hvilke ionekanaler er direkte viktige for EMG-signalet?

Svar: Na⁺ og K⁺.

Spørsmål: Hva skjer med kraft ved økende konsentrisk forkortningshastighet?

Svar: Kraften synker kurvelineært.

Spørsmål: Hvilke signalveier kan bidra til hypertrofi?

Svar: mTOR og MAPK. p70S6K er sentral nedstrøms. AMPK kan hemme proteinsyntese.

Spørsmål: Hva skjer ofte med fibertyper ved tung styrketrening hos utrente?

Svar: Type IIX går over mot type IIA. Type II-fibre vokser ofte mer enn type I.

Spørsmål: Hva er hyperplasi?

Svar: Økt antall muskelfibre.

Spørsmål: Hva er viktig for satellittcelleaktivering?

Svar: HGF og MGF/IGF-1 er relevante.

Aldring/sarkopeni

Spørsmål: Omtrent hvor stort er styrketapet fra 40 til 70 år?

Svar: Rundt 30 prosent.

Spørsmål: Hvilke fibre rammes mest ved aldring?

Svar: Type II-fibre og type II-motoriske enheter.

Spørsmål: Hvorfor faller power mer enn maksimal kraft?

Svar: Fordi power = kraft x hastighet, og begge reduseres.

Tallverdier

Spørsmål: Realistisk VO₂maks for kvinne 65 kg?

Svar: Ca. 2000-4500 mL/min.

Spørsmål: Realistisk HFmaks?

Svar: Ca. 160-210 slag/min.

Spørsmål: Realistisk maksimalt slagvolum i Fick-oppgave?

Svar: Ca. 90-150 mL.

Spørsmål: Realistisk CaO₂?

Svar: Ca. 150-200 mL/L.

Spørsmål: Realistisk CvO₂ ved hardt/maks arbeid?

Svar: Ca. 20-60 mL/L.

Spørsmål: Realistisk Hb-konsentrasjon?

Svar: Ca. 115-165 g/L.

Spørsmål: Arteriell O₂-metning normalt?

Svar: Ca. 90-98 prosent.

Spørsmål: Venøs O₂-metning i sensor?

Svar: Ca. 10-40 prosent.

Del 6: Høysannsynlige eksamensspørsmål

Spørsmål 1: Redegjør for Ficks ligning og hvordan utholdenhetstrening øker VO₂maks.

Svar i sensorveiledningsstil: Bruk $VO_2\text{maks} = HF\text{maks} \times SV \times (CaO_2 - CvO_2)$. Forklar at HFmaks er lite endret, SV øker mye via EDV/preload/blodvolum/Frank-Starling og eventuelt lavere ESV, mens a-vO₂-diff øker lite til moderat via kapillærer, mitokondrier og distribusjon.

Hva gir full pott: Korrekte definisjoner, enheter, realistiske tall og tydelig kobling mellom mekanisme og VO₂maks.

Kortversjon: VO₂maks øker mest fordi maksimalt SV og MV øker, støttet av bedre perifer O₂-ekstraksjon.

Spørsmål 2: Forklar hvorfor maksimalt minuttvolum øker etter utholdenhetstrening.

Svar i sensorveiledningsstil: Maksimalt MV = HFmaks x SVmaks. HFmaks øker ikke. SVmaks øker gjennom økt EDV, økt blodvolum, økt venøs retur, ventrikelcompliance, Frank-Starling, økt kontraktilitet og redusert afterload.

Hva gir full pott: Tidsaspekt: plasmavolum raskt, røde blodceller og strukturelle hjerteendringer tar uker/måneder.

Kortversjon: MV maks øker fordi slagvolumet øker, ikke fordi HFmaks øker.

Spørsmål 3: Hvorfor er kapillærtetthet viktig når a-vO₂-differansen bare øker lite/moderat?

Svar i sensorveiledningsstil: Økt MV gir mer blod gjennom muskulatur per tid. Uten flere kapillærer ville blodet strømmet raskere, mean transit time falt, diffusjonstiden blitt for kort og venøst O₂-innhold økt. Flere kapillærer opprettholder ekstraksjon.

Hva gir full pott: Må nevne transittid, diffusjonsavstand og at kapillærer kan opprettholde a-vO₂-diff ved høyere blodstrøm.

Kortversjon: Kapillærer gjør høyere blodstrøm brukbar for oksygenutveksling.

Spørsmål 4: Beskriv arbeidsøkonomi, utnyttingsgrad og VO₂maks som prestasjonsmodell.

Svar i sensorveiledningsstil: VO₂maks er maksimal aerob kapasitet. Utnyttingsgrad er prosent av VO₂maks som kan holdes. Arbeidsøkonomi er O₂-kostnad per fart/arbeid. Sammen bestemmer de konkurransefart.

Hva gir full pott: Skille faktorene tydelig og forklare hvordan de virker sammen.

Kortversjon: VO₂maks x utnyttingsgrad gir aerob fartspotensial, økonomi bestemmer fart per O₂.

Spørsmål 5: Diskuter anaerobe egenskaper i kondisjonsidretter.

Svar i sensorveiledningsstil: Anaerob energi er liten andel av totalen i lange konkurranser, men viktig i spurter, rykk, luker, bakkekneiker og fellesstarter.

Hva gir full pott: Balansert svar: liten totalenergi, stor taktisk betydning.

Kortversjon: Lite i totalregnskapet, ofte avgjørende i konkurranseøyeblikk.

Spørsmål 6: Forklar lavere submaksimal puls etter utholdenhetstrening.

Svar i sensorveiledningsstil: Ved samme absolutte arbeid er O₂-behovet likt hvis arbeidsøkonomien ikke er endret. Økt SV og noe større a-vO₂-diff gjør at hjertet kan levere nødvendig O₂ med lavere HF.

Hva gir full pott: Koble HF, SV, MV og O₂-behov. Ikke si at HFmaks faller som hovedforklaring.

Kortversjon: Samme arbeid krever samme O₂, men hvert slag leverer mer.

Spørsmål 7: Definer maksimalstyrke, eksplosiv styrke og RFD.

Svar i sensorveiledningsstil: Maksimalstyrke er høyeste kraft uavhengig av tid. Eksplosiv styrke er evne til hurtig kraftutvikling, ofte RFD = kraftendring per tid, eller kraft ved høy forkortningshastighet.

Hva gir full pott: Presis definisjon og skille mellom kraftstørrelse og tid/hastighet.

Kortversjon: Maksstyrke er hvor mye, eksplosiv styrke er hvor raskt.

Spørsmål 8: Gjør rede for faktorer som bestemmer 1RM i knebøy.

Svar i sensorveiledningsstil: Muskeltverrsnitt i quadriceps/hofteekstensorer, indre og ytre vektarmer, maksimal aktivering, koordinasjon/teknikk, eventuelt arkitektur og bevegelsesutslag.

Hva gir full pott: Fire faktorer med kort forklaring, ikke bare liste.

Kortversjon: 1RM er både muskel, biomekanikk, nervesystem og teknikk.

Spørsmål 9: Beskriv en reproduserbar 1RM-test i knebøy.

Svar i sensorveiledningsstil: 30 prosent 10-12 reps, 50 prosent 6-8, 70 prosent 4-6, 90 prosent 1, så 2-3 maksforsøk med 2-3 min pauser. Standardiser dybde, fotstilling, løfteteknikk, pauser, belastningsøkning og hvile før test.

Hva gir full pott: Konkrete prosenter/reps og tiltak for standardisering.

Kortversjon: Samme oppvarming, samme dybde, samme pauser, få gode maksforsøk.

Spørsmål 10: Forklar nevralt adaptasjon og metoder for å måle den.

Svar i sensorveiledningsstil: Økt rekruttering, fyringsfrekvens, dubletter/tripletter, koordinasjon og lavere antagonistaktivitet. Metoder: EMG, interpolert twitch/tetanus, perifer nervestimulering, H-refleks, V-wave og TMS.

Hva gir full pott: Skille mekanismer og metoder, og nevne spinal/supraspinalt nivå.

Kortversjon: Nervesystemet lærer å aktivere mer, raskere og mer koordinert.

Spørsmål 11: Forklar mekanismene for muskelhypertrofi.

Svar i sensorveiledningsstil: Hypertrofi er økt volum/masse i fibre gjennom flere/større myofibriller og sarkomerer. Mekanisk spenning aktiverer mTOR/MAPK/p70S6K. Metabolsk stress kan bidra. Satellittceller gir kjerner, myostatin bremser, testosteron støtter anabolisme.

Hva gir full pott: Må forklare hva som bygges inne i fiberen, ikke bare liste signalveier.

Kortversjon: Mer kontraktilt protein og myofibriller bygges når proteinsyntese over tid overstiger nedbrytning.

Spørsmål 12: Sammenlign dose-respons for treningsmotstand på 1RM og hypertrofi.

Svar i sensorveiledningsstil: 1RM har dose-respons mot høy belastning fordi 1RM er spesifikk ferdighet og krever nevralt tilpasning, men 80-95 prosent er praktisk gunstig. Hypertrofi har ikke klar dose-respons over ca. 20-30 prosent 1RM hvis volum og nærhet til utmattelse tilpasses.

Hva gir full pott: Nevne spesifisitet, volumbegrensning ved >90 prosent og okklusjon/lav belastning som eksempel.

Kortversjon: Tungt er best for 1RM, mange belastninger kan gi vekst hvis volumet er nok.

Spørsmål 13: Beskriv fibertypeendringer ved styrketrening.

Svar i sensorveiledningsstil: Type I er langsom og utholdende, IIA rask og relativt utholdende, IIX raskest. Tung styrketrening hos utrente gir ofte IIX til IIA og større vekst i type II-fibre.

Hva gir full pott: Riktig retning på IIX til IIA.

Kortversjon: Styrketrening gjør raske fibre større og ofte mer IIA enn IIX.

Spørsmål 14: Forklar sarkopeni og aldersrelatert styrketap.

Svar i sensorveiledningsstil: Sarkopeni er aldersrelatert tap av muskelmasse, ofte med lav styrke/funksjon. Årsaker: fiberatrofi, tap av fibre/motoriske enheter, type II rammes mest, reinnervering, lavere hormoner/IGF-1, inflammasjon, færre satellittceller, lavt energiinntak og anabol resistens.

Hva gir full pott: Skille muskelmasse, muskelkvalitet, nervesystem og funksjon.

Kortversjon: Eldre mister både muskel, motoriske enheter og muskelkvalitet.

Spørsmål 15: Hvorfor faller power mer enn maksimal kraft ved aldring?

Svar i sensorveiledningsstil: Power = kraft x hastighet. Aldring reduserer kraft via mindre kontraktilt tverrsnitt og hastighet via type II-tap, tregere nerveledning, svekket eksitasjon-kontraksjonskobling og kryssbrokinetikk. To reduksjoner multipliseres.

Hva gir full pott: Regneeksempel gir full pott: 25 prosent lavere kraft og 25 prosent lavere hastighet gir ca. 44 prosent lavere power.

Kortversjon: Power faller dobbelt fordi både kraft og hastighet faller.

Del 7: Siste Dag Før Eksamen

1. Fick: $VO_{2maks} = HF_{maks} \times SV \times (CaO_2 - CvO_2)$. Trening øker VO_{2maks} mest via økt SV og maksimalt MV. HF_{maks} øker ikke.
2. $SV = EDV - ESV$. EDV øker via blodvolum, venøs retur, preload og ventrikelcompliance. Frank-Starling: mer fylling gir større slagvolum.
3. Maksimalt MV øker. Submaksimalt MV og HF kan være lavere ved samme arbeid fordi SV og $a-vO_2$ -diff er høyere.
4. Kapillærtetthet er viktig fordi høyere blodstrøm krever nok transittid og kort diffusjonsavstand. Den opprettholder/øker $a-vO_2$ -diff.
5. Arbeidsøkonomi = O_2 -kostnad ved gitt fart/arbeid. Utnyttingsgrad = prosent av VO_{2maks} som kan holdes. Anaerobt er lite totalt, men viktig i spurter/rykk/bakker.
6. Tall: arterielt O_2 -innhold ca. 200 mL/L, PaO_2 ca. 13,3 kPa/100 mmHg, luft PO_2 ca. 21,3 kPa/160 mmHg, hvile- VO_2 200-300 mL/min, 1 L O_2 ca. 5 kcal/20 kJ.
7. Maksimalstyrke = høyeste kraft. Eksplosiv styrke/RFD = kraftøkning per tid. 1RM bestemmes av muskelstørrelse, vektarmer, aktivering og teknikk.

8. 1RM knebøy: 30 prosent 10-12 reps, 50 prosent 6-8, 70 prosent 4-6, 90 prosent 1, deretter 2-3 maksforsøk. Standardiser dybde og fotstilling.
9. Nevral adaptasjon: rekruttering, fyringsfrekvens, dubletter/tripletter, koordinasjon, mindre antagonistaktivitet. Måles med EMG, interpolert twitch/tetanus, H-refleks, V-wave, TMS.
10. Hypertrofi = økt fibervolum/masse via flere/større myofibriller og sarkomerer. Mekanisk spenning er viktigst, metabolsk stress kan bidra. mTOR/MAPK/p70S6K opp, AMPK kan hemme.
11. Satellittceller donerer kjerner, myostatin bremser vekst, testosteron støtter anabolisme. Akutt hormonrespons etter økt er ikke hele forklaringen.
12. Aldring: type II-fiberatrofi, tap av motoriske enheter, mer fett/bindevev, lavere nerveledning, færre satellittceller, inflammasjon og anabol resistens. Power faller mer enn kraft fordi $\text{power} = \text{kraft} \times \text{hastighet}$.

Avslutning

De 10 viktigste tingene for å bestå

1. Ficks ligning med riktige enheter.
2. $SV = EDV - ESV$ og $MV = HF \times SV$.
3. HFmaks øker ikke med utholdenhetstrening.
4. Økt SV skyldes særlig økt EDV/preload og Frank-Starling.
5. Kapillærtetthet gir kortere diffusjonsavstand og opprettholder mean transit time.
6. Arbeidsøkonomi og utnyttingsgrad må defineres riktig.
7. Maksimalstyrke og eksplosiv styrke/RFD må skilles.
8. Nevral adaptasjon: rekruttering, fyringsfrekvens og koordinasjon.
9. Hypertrofi = økt fibervolum via myofibriller/sarkomerer.
10. Aldring rammer type II-fibre, motoriske enheter og power spesielt.

De 10 viktigste tingene for høy score

1. Tidsaspekt i økt MV: plasmavolum raskt, røde blodceller og hjertevolum senere.
2. Forklare hvorfor submaksimalt MV kan falle mens maksimalt MV øker.
3. Kapillærer som opprettholder $a\text{-}vO_2\text{-diff}$ ved høyere blodstrøm, ikke bare øker den.
4. Koble $VO_2\text{maks}$, utnyttingsgrad og økonomi til faktisk konkurransefart.
5. Anaerobe egenskaper som taktisk avgjørende, ikke hovedenergi.
6. 1RM som spesifikk ferdighet med biomekanikk og teknikk.
7. Nevrale metoder: EMG, interpolert twitch/tetanus, H-refleks, V-wave og TMS med riktig bruk.
8. Hypertrofi som volumøkning i bredde og lengde, ikke bare tverrsnitt.
9. Signalveier nyansert: mTOR/MAPK/p70S6K, AMPK, usikker metabolittkobling.
10. Power ved aldring med regneeksempel og type II/nervesystem-mekanisme.

Anbefalt puggeplan for de neste 2 dagene

Dag 1: bygg forståelsen

1. Økt 1: Fick, $VO_2\text{maks}$, SV, MV, EDV/ESV, preload/afterload og Frank-Starling. Skriv formelen og forklar den uten hjelp.

2. Økt 2: Kapillærer, a-VO₂-diff, mitokondrier, arbeidsøkonomi, utnyttingsgrad og anaerobe egenskaper. Lag ett sammenhengende langsvar.
3. Økt 3: Maksimalstyrke, RFD, 1RM, testprotokoll og nevralt adaptasjon. Pugg metodene for nevralt adaptasjon.
4. Kveld: Ta alle flashcards med tallverdier. Marker alt du bommer på.

Dag 2: eksamensmodus

1. Økt 1: Hypertrofi, mekanisk spenning, metabolsk stress, signalveier, satellittceller, myostatin og testosteron.
2. Økt 2: Aldring, sarkopeni, type II-fibre, motoriske enheter og power. Øv på regneeksempelet for power.
3. Økt 3: Svar skriftlig på 5 av de høysannsynlige eksamensspørsmålene uten notater.
4. Siste time: Les siste-dag-oppsummeringen og sensorformuleringene. Pugg formuleringene nesten ordrett.