

Inhoud				
Geografie	index			
Hoogte waarden				
Onder water waarden				
Hoogte effecten				
Acute effecten				
Hormonaal				
Metabolisme				
Inspanning & spier				
Cardiovasculair				
Pulmonaal				
Hematologisch				
Chronische effecten				
Sport op hoogte				
Contra-indicaties voor hoogte				
Terug nr zeeniveau				
Hoogteziekte				
Geografie				
vliegtuig	Luchtdruk ongeveer 550 mmHg ≈ 2200- 2500 m			
locaties	Mexico city = 2300 m Colorado (VS) Pikes Peak = 4300 m Kilimanjaro = 5895 m Mt Everest = 8848 m Mt everest base camp = 5500m			
Permanent leven	Mogelijk tot ongeveer 5000 m			
Hoogte effecten				
acclimatie	Aanpassing van omgeving aan persoon (dus bv een kamer met lagere druk)			
acclimatisatie	Aanpassing van persoon aan omgeving			
Waarden	Zie Natuurkunde			
dehydratie	Oorzaak <ul style="list-style-type: none"> • lucht is koud en droog op hoogte, verzadigen met water geeft veel waterverlies • plasma volume afname door shift naar interstitium (zie chronische aanpassingen) 			
luchtweerstand	Effect Wordt lager dus kogelstoten, speerwerpen, schaatsen gaat juist beter zeker als de inspanning anaëroob is			
Acute effecten				
CO ₂ ventilatoire respons	Definitie zie Pneumologie fysiologie Hoogte vanaf 3 km significante hyperventilatie Acclimatisatie zie aldaar			
Hyperventilatie	Zie CO ₂ ventilatoire respons			
pH balans	Hoogte vanaf 3 km significant Oorzaak tgv hyperventilatie daalt pCO ₂ en stijgt de pH Gevolg nier gaat HCO ₃ ⁻ uitscheiden Nadeel De alkalische reserve verdwijnt (het zuur CO ₂ verdwijnt immers ook) dus de bufferreserve daalt			
Toename bloedflow	Mechanisme BD↑, HR↑, CO↑ SV blijft idem, daalt na een paar dg(tgv plasma volume↓) Max CO daalt na een week (tgv HRmax↓, SV↓) HRmax dalingna enkele weken (tgv parasymp tonus↑) 10% pO ₂ ↓ = 10% bloeddebiet↑			
Hormonaal	Acuut	Oorzaak	Chronisch (acclimatisatie)	Oorzaak
Adrenaline	Afname	Zie noradrenaline		
Cortisol	Toename		Herstel na 1-4 wk	

Glucagon	---			
Testosteron	Toename			
Groeihormoon	---		onveranderd	
Insuline	Toename 1 wk		Herstel na 1-2 wk Permanent op hoogte = lager	
Insuline gevoeligheid	Afname	t.g.v. verhoogd corticol + adrenaline	Herstel na 2-4 wk	
Noradrenaline	Afname in bloed Toename urine concentraties	Toename afbraak en tyrosine hydroxylase minder actief in hypoxie		
Sympathisch zenuwstelsel	Actief	Arteriële chemoreceptoren		
Metabolisme	Acuut	Oorzaak	Chronisch (acclimatisatie)	Oorzaak
Lactaat in rust	Toename met een factor 4		Normaliseert gedeeltelijk	
FFA	onveranderd		onveranderd	
Glucose	Toename eerste 5 dagen	t.g.v. verminderde insuline gevoeligheid	herstel na 2-4 wk Permanent op hoogte = lager	
Nuchter glucose	Toename na 3 dagen		herstel	
Gewicht	Afname vet + FFM (spieratrofie)	<ul style="list-style-type: none"> • eetlust↓ • intestinale absorptie↓ • basale metabole arbeid↓ • training intensiteit↓ 		
Honger	afname			
Inspanning & spier	Acuut	Oorzaak	Chronisch (acclimatisatie)	Oorzaak
Lactaat (paradox) tijdens inspanning	lactaat productie hoger dan op zeeniveau	Grotere adrenaline respons dan op zeeniveau	na 1-5 weken is er minder lactaat productie bij de zelfde inspanning dan op zeeniveau, vanaf 6 wk weer normaal	adrenaline daalt → glucose mobilisatie daalt → minder brandstof voor anaerobe glycolyse
Aeroob vermogen	Afname (bij inspanning van >2 min)		Na acclimatisatie wordt de aerobe prestatie iets beter (tgv pulm ventilatie↑, cappi↑, RBC↑, myoglobine↑)	
Anaeroob vermogen	--- (bij inspanningen van <2 min)			
Weefsel capillairen	---		Toename	
Myoglobine	---		Toename	
VO ₂ max	Afname	Zie aerob vermogen	---	tgv lactaatpa radox
HFmax	Afname 1% per 400 m (boven de 1200m)	zuurstof voorziening beperkt, zodat het maximum niet meer te halen is	Afname	
HFsubmax	Toename voor een zelfde load (kan op kleine hoogte dalen bij sporten waarbij luchtweerstand van belang is: optimum rond de 2000m)	<ul style="list-style-type: none"> • meer ademarbeid • saturatie daalt dus de cardiac output moet toenemen 	daalt weer een beetje	
Cardiovasculair	Acuut	Oorzaak	Chronisch (acclimatisatie)	Oorzaak
HFrust	Toename	<ul style="list-style-type: none"> • Adrenaline • afname plasma volume 	Afname	
Bloeddruk	Toename			
HFmax	Afname	• afname VO ₂ max	Afname	
Slagvolume	Afname na een paar dagen	• Afname plasma volume	Afname	Afname plasma volume
Pulmonaal	Acuut	Oorzaak	Chronisch (acclimatisatie)	Oorzaak
Ventilatie	Toename vanaf 3000m			

Pulmonale hypertensie (PHT)	Toename	<ul style="list-style-type: none"> • zie Pneumologie algemeen • pulmonale vasoconstrictie → hypertensie in a pulmonalis 	Toename	na enkele weken is er een versterkte muscularisatie van de vaten waardoor PHT niet meer snel reversibel is
Hematologisch	Acuut	Oorzaak	Chronisch (acclimatisatie)	Oorzaak
Hb, Hct	Toename (concentratie) na enkele dagen	<ul style="list-style-type: none"> • Plasma volume daling (saturatie blijft laag maar de totale hoeveelheid O₂ in het bloed blijft zo ongeveer gelijk) 	Toename concentratie + absoluut minder bij vrouwen waarschijnlijk tgv Fe tekort (op te lossen met Fe suppletie)	pO ₂ ↓ → EPO productie nieren stijgt
Erythrocyten				
Plasma volume	Afname 10% in enkele dagen → toename O ₂ conc in het plasma	<ul style="list-style-type: none"> • vocht van bloedbaan → interstitium • toename diurese 		
2,3 DPG (2,3 di-fosfoglyceraat)	Toename → faciliteerd O ₂ release van Hb		Toename	
Saturatie	Afname (vooral na 3000 m)	<ul style="list-style-type: none"> • HB dissociatie curve is S-vormig 		
Chronische effecten				
CO ₂ ventilatoire respons	<p>Stimulus ventilatie wordt vooral geregeld door de CO₂ concentratie, in mindere mate obv O₂ (A_o en carotis chemoreceptoren)</p> <p>Hoogte vanaf 3 km significante hyperventilatie</p> <p>Acclimatisatie de CO₂ ventilatoire drempel verschuift omlaag (de hyperventilatie respons treedt sneller op)</p>			
Hoogte acclimatisatie	2300 m → 2 weken dan elke 600 m 1 week terug naar zee-niveau → na 2-3 weken zijn de aanpassingen verdwenen			
RBC aanmaak ↑	<p>Duur de Hct stijgt al na enkele dagen omdat er op hoogte dehydratatie is en een shift van het plasma volume naar het interstitium na 6 wk zijn er slechts lichte stijgingen meer in Hb</p> <p>Nut opvallend is dat op hoogte de prestatie niet beter wordt van de toegenomen Hb concentratie (mogelijk tgv de toegenomen viscositeit bij de plasma shift en dehydratatie)</p>			
Sport op hoogte				
HF	Zie SGK hartfrequentie			
Ventilatie	<p>Probleem</p> <ul style="list-style-type: none"> • De ventilatie is afhankelijk ventilatoire drempel (obv pCO₂, normaal rond de 40 mmHg), deze daalt als een sporter op hoogte komt: hyperventilatie. Bij sport kan de ventilatie sneller de beperkende factor zijn op hoogte dan op zeeniveau. • De CO₂ productie is echter ook iets lager omdat de VO₂ lager is 			

VO ₂ max daling	<p>Effect grootste daling voor getrainde personen (maar deze personen presteren wel beter omdat op een lager percentage van de VO₂ max functioneren)</p> <p>Compensatie ondanks alle aanpassingen (RBC↑, capill↑, myoglobine↑ enz) blijft de VO₂ max altijd lager</p>
EIH	<p>Definitie exercise induced hypoxemia (zie Pneumologie fysiologie)</p> <p>Effect EIH wordt erger</p>
Hoogtestage / training	<p>Nagestreefd effect zie de voordelen en nadelen bij terugkeer naar zeeniveau, in de hoop dat de voordelen de nadelen overtreffen</p> <p>Live high – train high geen nut aangetoond in studies bij terugkeer naar zeeniveau: dezelfde of zelfs verminderde prestatie (trainen op hoogte staat niet de hoge intensiteit van zeeniveau toe)</p> <p>Live high – train low</p> <ul style="list-style-type: none"> • HRmax en SV blijven goed • belangrijk is dat de hoogte hoog genoeg is om een EPO release uit te lokken. • Er zijn responders en non-responders (atleten met en zonder EPO release bij een bepaalde hoogte) → voor sommige atleten dus nuttig • maar op en neer reizen is moeilijk dus: <ol style="list-style-type: none"> 1) hypobare (“Gamow”) kamer (moeilijk te maken moet de luchtdruk aankunnen) 2) hypoxie (“Wallace”) tent (luchtdruk blijft zelfde, maar O₂ 15%) • minimale hoogte is 4000 m <p>herstel is snel, want de intensiteit ligt lager</p>
Contra-indicaties voor hoogte	
Coronair lijden	<p>Angina pectoris klachten zullen toenemen</p> <p>Recent infarct contra-indicatie</p>
Astma	<p>Nadeel Verhoogd risico op aanval door koude lucht en inspanning</p> <p>Voordeel op hoogte minder allergenen</p>
COPD	
Terug nr zeeniveau	
Terug naar zeeniveau	<p>Acclimatisatie duur 2-3 weken</p> <p>Voordelige effecten RBC + Hb↑ capill↑ myoglobine↑</p> <p>Nadelige effecten spieratrofie HRmax↓, SV↓</p>
Hoogteziekte	
Acute hoogteziekte	<p>Definitie ≈ decompressie ziekte hersen + longoedeem, prev = acetazolamide (KZA –i diurecticum)</p> <p>symptomen treedt pas op z'n vroegst na 12 uur op een bepaalde hoogte pas vanaf 2500 m mogelijk en bij stijging van meer dan 300m per dag</p> <p>preventie acclimatisatie diamox (bij voorgeschiedenis van ac hoogteziekte)</p> <p>therapie diamox 250 mg 2-3dd1 (koolzuur ahydrase remmer: buffert respiratoire alkalose) dexamethasone 4 mg 4dd1</p>
Chronische hoogteziekte	<p>Symptomen hypoventilatie, polycytemie, clubbing, pulm HT, cyanose</p> <p>Therapie</p>

	aderlating, afdalen
Hoogte hersenoedeem	Symptomen bewustzijnsveranderingen, ataxie, urine retentie/incontinentie preventie acclimatisatie diamox/dexa (bij voorgeschiedenis, zie ac hoogteziekte) therapie dexamethasone 8 mg hyperbaar O ₂
Hoogte longoedeem	Oorzaak bij iedereen treedt pulmonale hypertensie op (zie Hoogte effecten), indien in ernstige mate gebeurt dan treedt longoedeem op Preventief theophylline Therapie dexamethasone
Hoogte retinale bloedingen	