

DET MEDICINSKA URVALSPROVET

28.5.2009

UPPGIFTSKOMPENDIUM

Detta är urvalsprovets uppgiftskompodium. Kompodiumet innehåller ett textmaterial, introduktioner till uppgifterna, urvalsuppgifterna och som bilaga en formelsamling samt tabellinformation. Förutsättningarna för att kunna lösa uppgifterna är att man behärskar och kan tillämpa den information som finns i urvalsprovsboken, i uppgiftskompodiumets textmaterial och introduktionstexter och i formlerna och tabellerna. Informationen i introduktionstexterna kan även höra ihop med andra än de uppgifter eller uppgiftsserier som följer direkt efter texten. Bekanta dig omsorgsfullt med uppgiftskompodiumet och dess bilaga.

Förutom uppgiftskompodiumet har du fått ett separat svarskompodium, som innehåller separata svarsutrymmen för varje uppgift. Skriv ditt svar med tydlig handstil i det utrymme som reserverats för varje uppgift i svarskompodiumet. **Text som är otydligt skriven, eller som överskrider det linjerade utrymmet (endast en skriven rad per linje!), eller text som överskrider marginallinjeringen för svarsutrymmet beaktas inte vid bedömningen.** Vid lösning av räkneuppgifter används de talvärden för konstanterna som finns i bilagan. Som svar bör anges de räkneoperationer som leder till slutresultatet. Enbart ett numeriskt resultat räcker inte som svar. Ifall man i uppgiften inte angivit annat, bör det numeriska slutresultatet anges på basen av det minst exakta värdet som getts i uppgiften.

Bedömningen av svaren baserar sig på urvalsprovsboken samt på det uppgiftskompodium med bilaga som delats ut vid urvalsförhöret. Vid poängsättningen av svaren beaktas förutom sakkunskapens och lösningarnas riktighet också hur logiska och tydliga svaren är.

Svarens sammanlagda poängsumma kallas råpoäng. De olika universitetens urvalskommittéer bestämmer självständigt och i enlighet med sina egna regler hur dessa råpoäng omvandlas till urvalspoäng, samt om eventuell eliminering av deluppgifter och andra åtgärder som berör bedömningen.

Det medicinska urvalsprovet börjar kl. 9 och slutar kl. 14 samt räcker exakt 5 timmar. Man får komma in i provsalarna ända fram till kl. 9:40, och man får avlägsna sig tidigast kl. 10:00.

Kontrollera att det uppgiftskompodium du erhållit utöver pärmbudet innehåller textmaterial- och uppgiftsidorna 1-16, formelbilagasideorna 1-4 och att svarskompodiumet innehåller ett pärmbudet plus sidorna 1-11.

Ange dina personuppgifter på varje sida i svarskompodiumet genast då provet börjar. **Endast de sidor bedöms, på vilka den sökande skrivit sina personuppgifter före provets slut.** Det är förbjudet att skriva något efter att provtillfället avslutats tills det att svarskompodiumet returnerats.

Returneringen av svarskompodiumet sker enligt anvisningar från övervakaren.

TEXTMATERIAL:**Utdrag ur Eero Jokinens doktorsavhandling CHILDREN'S PHYSIOLOGICAL ADJUSTMENT TO HEAT STRESS DURING FINNISH SAUNA BATH, Kirjapaino Pika Oy, Åbo, 1989**

Textutdragen är valda och översatta från engelska med tillstånd av Eero Jokinen (Texturvalet utgör inte en sammanhängande helhet av doktorsavhandlingen, utan det består av separata utdrag. Dessa har därför åtskiljts med streckade linjer. Textutdragets källförteckning är i samma format som doktorsavhandlingens källförteckning. I texten är referenserna angivna inom upphöjda klamrar enligt exemplet: "...under bastubadandet"^{6,7]}.)

DEN FYSIOLOGISKA ANPASSNINGEN HOS BARN TILL VÄRMEBELASTNINGEN VID BASTUBADANDE**Utdrag ur doktorsavhandlingens litteraturoversikt:**

(I litteraturoversikten presenteras de centrala forskningsresultat som publicerats inom området innan forskningen påbörjats.)

FYSIOLOGISKA FÖRÄNDRINGAR VID ANPASSNING TILL EN HET OMGIVNING

Man har forskat de fysiologiska responser som förorsakas av värmeinducerad stress vid vila i många olika värmeförhållanden. Värmeexponering har åstadkommit genom dräkter med vattencirculation, genom att hålla försökspersonen i vattenbad eller genom en lokal uppvärmning av hud. Man har också gjort mätningar i klimatkammare och i finsk bastu. I forskningen har man även undersökt personer som fått värmeslag.

Hud-, ändtarms-, och kärntemperatur

Värmeutbyte mellan kroppen och omgivningen är beroende av förhållandet mellan kroppens areal och kroppens massa samt av temperaturskillnaden mellan huden och den omgivande luften. Den ökning i värme som förorsakas av värmestrålning och av värmetransport (konvektion) är förhållandevis större hos magra än hos tjocka personer, för de sistnämnda är förhållandet mellan hudens areal och massan mindre^[1]. Likaså är ökningen av ändtarmstemperaturen under värmeexponering omvänt proportionell till kroppens massa.

I en het och torr miljö, som t.ex. i bastun, sker ökningen av kroppstemperaturen långsammare. Enligt flera undersökningar stiger ändtarmstemperaturen med 0,5-1,2 °C^[2, 3, 4], dvs. till 37,6-40,0 °C^[5]. Hos vuxna stiger den under tungan uppmätta temperaturen till 39,0-39,8 °C och hudens temperatur till 39,7-39,9 °C vid bastubadande^[6, 7].

Svettning

Svettning är ett effektivt sätt att avlägsna värme från kroppen i en varm omgivning. Man börjar svettas då kärntemperaturen överstiger 36,8 °C, dock förutsatt att hudens temperatur samtidigt överstiger 33 °C^[8, 9, 10].

I bastuns heta och torra luft är svettavdunstningens svalkande verkan effektiv, medan värmebalansen inte lika effektivt upprätthålls i en het och fuktig miljö, eftersom en del av svetten då rinner av huden utan att avdunsta. I en het miljö är svettutsöndringen riklig, personer som är välanpassade till hetta kan svettas t.o.m. 2 liter per timme. Då friska män vistades en timme i temperaturen 71 °C var den genomsnittliga svettutsöndringen ca. 1000 g^[11]. Svettutsöndringen var ca. 1,5 liter per timme då män som var oanpassade till hetta höll ut i en het omgivning till sina respektive bristningsgränser^[12].

Vid normalt bastubadande minskar vikten för män med 500-1000 g^[3, 4, 7, 13, 14, 15]. Kvinnor svettas mindre än män i bastun^[2, 3, 15]. Män som är oanpassade till hetta svettas avsevärt mera än kvinnor som är oanpassade till hetta^[16, 17]. Könsskillnaderna i svettningen minskar eller försvinner i samband med anpassning till hetta^[18, 19]. Värmeförlusten som sker genom avdunstningen har konstaterats vara mindre för tjocka än för magra kvinnor^[1].

En ökad svettning minskar den extracellulära vätskemängden. I samband med svettning går också natrium-, kalium-, klorid-, magnesium- och kalciumjoner förlorade^[13, 20].

Hemodynamiska responser förorsakade av kraftig hetta

När kroppen exponeras för hetta utsätts blodomloppet för belastning. De största hemodynamiska förändringarna beror på att blodflödet i perifera blodkärl ökar kraftigt. Huden, som är ett av kroppens stora blodförråd, är kroppens viktigaste element vad gäller värmeutbyte. I en kall omgivning kan hudens blodflöde vara nästan obefintlig, i en termoneutral omgivning är dess andel av hjärtats minutvolym 5-10 %, och i kraftig hetta kan blodflödet i huden utgöra 50-70 % av hjärtats minutvolym^[21, 22, 23].

I en het omgivning utvidgas motståndskärlen och venernas uttänjbarhet (komplians) ökar. En maximal utvidgning av hudens arterioler leder, p.g.a. underhudsvenulernas stora komplians och kapacitet, till att en stor blodmängd överförs från det centrala blodomloppets blodkärl till de perifera blodkärlen. Blodcirkulationen i huden har en tendens att öka då kärntemperaturen stiger^[24, 25, 26], men även temperaturen i själva huden reglerar den^[27]. När blodkärlen i huden är som mest utvidgade är blodflödet i huden för vuxna män i medeltal 7,8 l/min^[28]. En kraftig minskning av flödesmotståndet är associerad med den ökade hudblodcirkulationen.

Under bastubadandet minskar det perifera blodomloppets motstånd hos fullvuxna män med i medeltal 42 %^[6]. För att upprätthålla blodtrycket ökar hjärtats minutvolym och blodkärlen i tarmområdet sammandras. Man har konstaterat att vid värmeexponering genom dräkt med vattencirkulation minskar blodflödet i tarmområdet med 30 % och blodflödet till njurarna med 37 %^[28]. I samma studie observerade man också, att flödesmotståndet i tarmens blodcirkulation steg till 39 % över kontrollvärdena. Bastubadande minskar blodmängden i det centrala blodomloppet med 25 %^[6]. Den av hettan orsakade minskningen av tarm- och njurbloodflödet ökar blodflödet i huden med en extra liter per minut. Blodflödet i musklerna minskar en aning vid exponering till hetta^[29]. Sammandragningen av tarmens blodkärl är en följd dels av det sympatiska nervsystemets reflexer, dels av renin angiotensin-aldosteronsystemets funktion och möjligen av tryckreceptorreflexerna som reglerar artärernas kontraktionsgrad (tonus).

Hjärtats slagfrekvens och minutvolym

Värme ökar det sympatiska nervsystemets aktivitet. Detta framgår av att halterna av de hormoner, t.ex. noradrenalin och adrenalin, som beskriver graden av den sympatiska aktiviteten, ökar^[30, 31, 32]. Man har föreslagit att det sympatiska nervsystemets aktiveringsgrad skulle reflektera värmeexponeringens omfattning^[23]. Ökningen av det sympatiska nervsystemets aktivitet och den progressiva ökningen av hudens blodflöde i en het omgivning är direkt proportionella mot ökningen av hjärtats slagfrekvens och minutvolym. En normal ökning av hjärtats minutvolym är 50-70 %^[11, 33] eller 7-10 l/min^[34]. Ökningen av hjärtats minutvolym är i första hand en följd av ökningen av slagfrekvensen^[34]. När friska män i en undersökning exponerades för en stor värmebelastning genom dräkter med vattencirkulation ökade deras hjärtans slagfrekvens från 116 till 163 slag i minuten samtidigt som kärntemperaturen mätt i matstrupen steg från 39,2 °C till 41,8 °C^[35]. Man har konstaterat att slagfrekvensen ökar linjärt i förhållande till kärntemperaturen i intervallet 37-38 °C, då man höll hudtemperaturen vid 38 °C^[10].

Bastubadande har rapporterats orsaka även högre slagfrekvenser, ca. 145 slag i minuten^[14, 36, 37, 38, 39, 40], de högsta rapporterade värdena uppgår till 180 slag i minuten^[41, 42]. De största uppmätta värdena är jämförbara med slagfrekvensen vid krävande fysiska prestationer.

Den ovan rapporterade variationen av slagfrekvensen kan bero på att personer ovana med bastubadande förhåller sig osäkra till eller t.o.m. är lite rädda för bastubadandet. Det finns en indirekt bekräftan på att rädsla har en inverkan på slagfrekvensen vid bastubadandet: i bastun steg slagfrekvensen för idrottare endast till 110 slag i minuten, men då man i samband med blodprovstagning mätte deras slagfrekvens två minuter efter att de kommit ut ur bastun, steg slagfrekvensen till 130 slag i minuten^[43]. Hjärtats slagfrekvens återgick till sin vilonivå inom några minuter efter att man avlägsnat sig från bastun^[39, 40, 44, 45].

Värmeexponeringens inverkan på ämnesomsättning och andning

Ämnesomsättningen ökar i en het omgivning. Man vet att det finns ett samband mellan ökningen av ämnesomsättningen och en förhöjning av kroppens kärntemperatur. Detta har ansetts delvis bero på Van't Hoff's fenomen. Hos alla djur sker de kataboliska reaktionerna snabbare då kroppstemperaturen stiger, och den övre gränsen för denna ökning nås dock först vid sådana temperaturer som har en skadlig effekt för organismen^[46]. Endast en mycket liten del av ämnesomsättningsförändringen vid hypertermi är en följd av det ökade arbetet värmeavlägsningsmekanismerna (t.ex. svettningen) utför.^[47]

Efter 20-30 minuters bastubadande, då ändtarmstemperaturen stigit till 38,3 °C, hade grundämnesomsättningen stigit med 20 %^[48]. Ett långvarigt bastubadande, en timme åt gången två gånger dagligen, försnabbade ämnesomsättningen med 25-30 %^[4]. I en annan undersökning^[49] där försökspersonerna var två timmar i 42,5 °C observerade man ingen skillnad i ämnesomsättningshastigheten, men heller ingen skillnad i ändtarmstemperaturen.

En timmes vistelse i temperaturen 71 °C ökar syreförbrukningen med 15 %^[11]. Enligt en annan rapport^[47] ledde en temperaturstegring på två grader i ändtarmen till att syreförbrukningen ökade med 19 %. Om ändtarmstemperaturen ökar med 2,5 °C, ökar syreförbrukningen med 34,7 %^[50], och den ökar med 44 % under en tvåtimmars värmeexponering (ändtarmstemperaturen som högst 41,8 °C)^[51]. Syreförbrukningen var

fortsatt förhöjd minst 30 minuter efter att försökspersonerna förflyttat sig till rumstemperatur. Den ökning av ämnensomsättningen som förorsakas av en het omgivning återspeglas alltså som en ökad syreförbrukning och en ökad syreförbrukning beror i sin tur på storleken av förändringen i kärntemperaturen.

Vid vanligt bastubadande ökar andningsfrekvensen med ca. 10 %^[52, 53, 54]. I en het omgivning ökar i allmänhet andetagsvolymen (tidalvolymen)^[12, 55].

Värmeexponeringens inverkan på hormonerna och blodets sammansättning

De hormonella förändringar som konstaterats ske under bastubadande främjar i första hand blodomloppets anpassning till värmebelastningen och i andra hand bibehåller de värme- och vätskebalansen. Värmebelastningen som förorsakas av en kraftig, om än kortvarig, värmeexponering är en faktor som åtminstone delvis utlöser de hormonella förändringar som sker i samband med bastubadande.

Det förekommer stora skillnader mellan individer vad gäller adrenalinhaltsförändringarna i serumet vid bastubadande. Skillnaderna kan förklaras med att ovana bastubadare spänner sig medan vana bastubadare är lugna. I några undersökningar där försökspersonerna var ovana bastubadare var plasmats adrenalinhalt förhöjd med det dubbla^[41, 56], men noradrenalinhalten inte ändrades under samma tidsperiod.

SÄRDRAG ANGÅENDE VÄRMEREGLERINGEN HOS BARN

Responserna i blodomloppet

Trots att svettutsöndringen hos barn är liten anses det att hjärt- och blodkärllsystemets begränsade kapacitet är den viktigaste förklaringen till att barn tål dåligt värme^[57]. Vilopulsen hos yngre barn är högre^[58, 59, 60] än hos unga vuxna medan den maximala slagfrekvensen konstaterades vara nästan oberoende av åldern i dessa grupper^[61]. Av detta följer att skillnaden mellan den submaximala och den maximala slagfrekvensen, en skillnad som kan ses som ett slags reserv för hjärtats slagfrekvens, är mindre hos unga barn än hos unga vuxna vid fysisk ansträngning^[59, 61, 62].

Den mindre slagvolymen som barnhjärtat har kompenseras delvis av en större slagfrekvens vid alla belastningsnivåer^[62]. Trots detta är ökningen av hjärtats minutvolym något mindre hos barn än hos vuxna^[63, 64]. Sammanfattat kan man säga att jämfört med vuxna har barn en mindre kapacitet att överföra värme från kroppens inre delar till huden^[65]. På basen av detta har det föreslagits att personer, som har ett hjärta med ett lågt slagvolymindex vid vila och har en liten skillnad mellan slagfrekvensen vid vila och den maximala slagfrekvensen, tål värmebelastning sämre^[57].

Fysiologiska förändringar hos barn vid bastubadande

Hos 8-11 månader gamla barn som lungt satt i bastu ändrade slagfrekvensen inte under de första 5-7 minuterna. I medeltal ökade slagfrekvensen med ca. 40 slag i minuten under ett 15-minuter långt bastubadande. Den högsta uppmätta slagfrekvensen var 270/min^[66]. Flera olika forskningar visar att de förändringar i slagfrekvensen som beror på bastubadande varierar märkbart hos äldre barn. Denna variation kan återspegla skillnader i omständigheterna som rått i bastun.

Utdrag ur doktorsavhandlingens försökspersons- och metoddel:

(I denna del av doktorsavhandlingen beskrivs materialet och forskningsmetoderna, storheterna som uppmätts samt de statistiska metoder som tillämpats för att beskriva resultaten.)

Försökspersonerna

Försökspersonerna var frivilliga barn och vuxna från Åbotrakten, för barnens vidkommande hade föräldrarna gett skriftliga tillstånd för deltagandet. Den etiska kommittén vid Åbo Universitet hade godkänt undersökningen.

I Tabell 1 beskrivs försökspersonernas fysiska egenskaper. Av försökspersonerna var 74 i förpubertetsåldern (enligt PIGI Tannerklassificeringen) och 27 i puberteten eller vuxna.

Tabell 1. Försökspersonerna

Åldersgrupp (år)	Grupp A 2-5		Grupp B 5-10		Grupp C 10-15		Grupp D 15-40		Grupp E 5-10	
	21		20		20		20		20	
Kön	pojkar	flickor	pojkar	flickor	pojkar	flickor	pojkar	flickor	pojkar	flickor
Antal	10	11	10	10	10	10	10	10	11	9
Ålder (år)	4,4	4,6	7,7	7,9	12,0	12,8	31,5	31,2	8,4	9,0
Längd (cm)	107,4	112,3	129,1	132,6	153,3	150,9	179,8	162,8	132,4	129,7
Vikt (kg)	18,1	20,1	28,9	27,6	42,8	45,0	79,8	61,6	29,3	27,4
Hudens areal (m ²)	0,73	0,79	1,01	1,00	1,34	1,36	2,00	1,68	1,03	0,99

Ålder, längd, vikt och hudens areal har angetts som medeltal

För att undvika inverkan av en eventuell rädsla på resultaten tillämpades endast icke-invasiva metoder för grupperna A-D. Av samma orsak användes i grupp E lokalbedövning i form av en salva som ströks på huden i samband med tagningen av blodprov.

För att åstadkomma förhållanden som motsvarar bastumiljön användes en tempererad kammare (3 m x 2 m x 2,5 m). Temperaturen i kammaren var 70 °C och den relativa fuktigheten 20 %. Mätprecisionen för den rådande temperaturen var ±1 °C och för fuktigheten ±3 %. Kammaren värmdes genom varm luft som strömmade in från golvet med hastigheten 0,1 m/s. På så sätt rådde en jämn temperatur i hela rummet. Försökspersonerna var iklädda simdräkt och de satt lungt på en bänk i kammaren under värmeexponeringen.

Undersökningen bestod av tre skeden: 1) 10 minuters sittande i laboratorierummet (21-23 °C), 2) 10 minuters sittande i den tempererade kammaren, och 3) en 10 minuters

återhämningsperiod i laboratorierummet (grupperna A-D). Barnen i grupp E observerades i en timme efter bastubadandet.

Analysering av blodets sammansättning och hormonerna

Av försökspersonerna i grupp E togs blodprov för kemiska analyser och hormonbestämning. Barnen drack eller åt inte under två timmar före undersökningen. Undersökningarna genomfördes kl. 13.00-16.00. Alla blodprov, utom ett, togs så att försökspersonen befann sig i sittande ställning.

För blodprovstagning hade man satt in en 25 mm plastkanyl i den ytliga venen på baksidan av handen. Alla blodprov togs genom denna kanyl. Det första blodprovet togs 20 minuter efter att kanylen satts in. Blodproverna togs 10 minuter före bastubadandet, direkt efter bastubadandet samt efter den en timme långa återhämningsperioden. Ur de tre blodproverna, som alla hade volymen 12 ml, bestämdes hemoglobin-, hematokrit- och leukocytvärdena, samt plasmats natrium- (Na), kalium- (K), blodsocker-, prolaktin-, tyreotropin- (TSH), tillväxthormon-, kortisol-, vasopressin- (ADH), aldosteron-, atriopetid-, noradrenalin-, adrenalin- och dopaminhalterna.

Vasopressin analyserades (Medix, Kliininen laboratorio, Helsingfors) från oavskild plasma med en radioimmunoanalysmetod (radioimmunoassay, RIA) som hade utvecklats för detta ändamål^[67].

Utdrag ur doktorsavhandlingens resultatdel:

(I resultatdelen beskriver man de resultat och observationer man fått med de metoder och det material som beskrivits i metoddelen.)

Andningsfrekvensen

Andningsfrekvensen var desto större ju yngre barnet var. Andningsfrekvensen ökade statistiskt signifikant i grupperna A och B under bastubadandet medan den i grupperna C och D förblev oförändrad. Efter bastubadandet återgick andningsfrekvensen till den ursprungliga nivån i grupp B, i grupperna C och D förblev den oförändrad, medan den i grupp A 10 minuter efter bastubadandet sjönk till 22 % under startnivån.

Andetagsvolymen

Hos alla försökspersoner ökade andetagsvolymen under bastubadandet. Den återgick till den ursprungliga nivån inom fyra minuter efter bastubadandet.

Andningens minutvolym

Ökningen av andningens minutvolym i samband med bastubadandet var statistiskt mycket signifikant i grupperna C och D, och statistiskt signifikant i grupp A men inte i grupp B (Tabell 8).

Tabell 8. Andningens genomsnittliga minutvolym (l/min) för 71 barn före, under och efter bastubadandet. N = antalet deltagare

	Grupp A (2-5-åringar) (N=12)	Grupp B (5-10-åringar) (N=20)	Grupp C (10-15-åringar) (N=19)	Grupp D (över 15-åringar) (N=20)
Måttillfälle				
1. Före bastubadandet	14,5	7,5	20,9	15,4
2. Under bastubadandet				
Maximala minutvolymen	30,6	15,8	29,0	20,3
- förändring -	15,1*	8,3 NS	8,1*	4,8*
3. 10 min efter bastubadandet	12,9	9,6	23,1	16,0

- förändring - = den genomsnittliga individuella skillnaden mellan vilovärdena (före bastubadandet) och de maximala värdena

* = förändringen är statistiskt signifikant

NS = förändringen är inte statistiskt signifikant

Diastoliska blodtrycket

Det skedde ingen statistiskt signifikant förändring i det genomsnittliga diastoliska blodtrycket under bastubadandet, men påtagliga individuella skillnader förekom: för 6 av de 81 barnen steg det diastoliska blodtrycket (högsta värdet 110 mmHg) och för 13 barn sjönk det.

Under fyra minuter efter värmeexponering sjönk det diastoliska blodtrycket statistiskt signifikant för barnen under 10 år (grupperna A och B). Många barn i grupperna A och B uppvisade också symptom under denna tidsperiod: 2 av de 41 barnen svimmade och 7 sade sig ha svindel. Dessutom svimmade ett av barnen i grupp E.

Utdrag ur doktorsavhandlingens diskussionsdel:

(I diskussionsdelen utvärderar man de egna resultaten, deras tillförlitlighet samt deras betydelse, både allmänt och i förhållande till andra forskningsresultat.)

De hormonella förändringarna

Atriopeptidens inverkan på vattenbalansen och natriumhalten beror på dess direkta effekter på njurarna: en ökad glomerulusfiltrering, en påtagligt ökad natriumutsöndring i urinen och en minskad aldosteronutsöndring^[68, 69].

Atriopeptidhalten förändrades inte under bastubadandet, men den minskade statistiskt signifikant en timme efter bastubadandet.

En minskning av atriopeptidhalten var att vänta, eftersom både systoliska och diastoliska blodtrycket sjönk och kroppen förlorade vätska under bastubadandet^[68, 69]. En minskning av atriopeptidutsöndringen är fördelaktig för vätskebalansen, eftersom följden är att man undviker att förlora ännu mera vatten.

Anpassningen av blodomloppet

Undersökningens viktigaste observation var att blodomloppet hos barn anpassar sig sämre än blodomloppet hos vuxna till den korta värmebelastningen som uppstår vid bastubadande. En möjlig förklaring till detta kan vara att hos barn är det primära att förhindra en ökning av kärntemperaturen, och detta sker t.o.m. på bekostnad av funktionerna som upprätthåller den centrala blodcirkulationen.

Ökningen av hjärtats minutvolym berodde på den ökade slagfrekvensen hos över 5-åriga barn. Hjärtats minutvolym ökade hos dessa försökspersoner något mindre än hos vuxna^[6]. Trots att hjärtats slagfrekvens ökade statistiskt signifikant för under 5-åriga barn, minskade slagvolymen så kraftigt att hjärtats minutvolym inte alls ökade. Därmed var den onormalt kraftiga aktiveringen av responserna i blodomloppet, som för vissa barn var på gränsen av deras uthållighet, en väsentligt viktig faktor i upprätthållandet av den centrala blodcirkulationen hos under 5-åriga barn.

Regleringen av blodtrycket sker genom att ändra på hjärtats minutvolym och på det totala motståndet i den perifera blodcirkulationen. En intressant observation var att det totala motståndet i den perifera blodcirkulationen för under 5-åriga barn inte ökade vid bastubadandet och därmed inte bidrog till att upprätthålla ett stabilt blodtryck. Hos dessa barn minskade hjärtats slagvolym och hjärtats minutvolym kunde upprätthållas endast genom att öka slagfrekvensen till den submaximala nivån. Det räcker flera timmar innan renin-angiotensin-aldosteronsystemet anpassat sig till att reglera blodtrycket och därför hade detta system sannolikt ingen inverkan på blodtrycksregleringen under det 10-minuter långa bastubadandet.

Förflyttningen från temperaturen 70 °C till rumstemperatur (22 °C) förorsakade en mycket snabb minskning av hjärtats slagfrekvens. Detta kan ha berott på en parasympatisk stimulering orsakad av den plötsliga sänkningen av hudens temperatur. Å andra sidan regleras hudens blodcirkulation av kärntemperaturen i en sval miljö^[70]. I denna undersökning återgick ändtarmstemperaturen till den ursprungliga nivån 50 minuter efter bastubadandet, och således hölls blodkärlen utvidgade under denna tid. Minskningen av hjärtats slagfrekvens samtidigt som blodflödet styrdes till huden och de nedre extremiteterna var uppenbarligen en krävande uppgift för mekanismerna som reglerar barnets blodtryck, speciellt för artärernas tryckreceptorreflexer. Hos under 10-åriga barn kom de kompensande hjärt- och blodkärlsresponserna inte igång genast. Detta ledde till en påtaglig sänkning av både det diastoliska och det systoliska blodtrycket. Tre av de 101 försökspersonerna svimmade, sannolikt p.g.a. ett minskat blodflöde till hjärnan. Hos över 10-åriga barn förekom varken sänkt blodtryck eller fall av svimning. Detta indikerar att när man förflyttar sig från bastuns hetta till rumstemperatur kan artärblodtrycket inte bibehållas lika väl hos barn under 10 år som hos barn över 10 år, eftersom deras blodomloppssystem inte är lika känsligt och blodomloppsreflexerna är långsammare. Fallen av svimning hos dessa barn påvisar otillräckligheten i blodomloppsresponserna i situationer med snabba och betydande förändringar av omgivningens temperatur. Man bör ta i beaktande att barn kan svimma då de svalkar sig i samband med bastubadandet.

Litteraturreferenserna som använts i doktorsavhandlingen:

(I doktorsavhandlingens källförteckning finns alla artiklar och publikationer som man citerat i avhandlingen.)

[I listan nedan finns bara de referenser till vilka det finns hänvisningar i de urvalda textstyckena.]

1. Zahorska-Markiewicz B: Thermal and metabolic responses to heat exposure in obesity. *Eur J Appl Physiol* 48:379-385, 1982.
2. Shoenfeld Y, Udassin R, Shapiro Y, Ohry A and Sohar E: Age and sex difference in response to short exposure to extreme heat. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 44(1):1-4, 1978.
3. Hietala J, Nurmi T, Uhari M, Pakarinen A and Kouvalainen K: Acute phase proteins, humoral and cell mediated immunity in environmentally-induced hyperthermia in man. *Eur J Applied Physiol* 49:271-276, 1982.
4. Leppäluoto J, Tuominen M, Väänänen A, Karpakka J and Vuori I: Some cardiovascular and metabolic effects of repeated sauna bathing. *Acta Physiol Scand* 128:77-81, 1986a.
5. Hasan J and Karvonen MJ: Physiological effects of extreme heat. Special review. Part I. *Am J Physical Med* 45(6):296-314, 1966.
6. Eisalo A: Effects of the Finnish sauna on circulation. Studies on healthy and hypertensive subjects. *Ann Med Exper Biol Fenniae*, 34: Suppl. 4,1-96, 1956.
7. Piironen P and Äikäs E: Haihtuminen ja hikoilu erilaisissa saunaolosuhteissa. *Sauna* 2:1-6, 1961.
8. Hardy JD and Stolwijk JAJ: Partitional calorimetric studies of man during exposures to thermal transients. *J Appl Physiol* 21(6): 1799-1806, 1966.
9. Benzinger T: Heat regulation: Homeostasis of central temperature in man. *Physiol Rev* 49:671-752, 1969.
10. Wyss CR, Brengelmann GL, Johansson JM, Powell LB and Niederberger M: Control of skin blood- flow, sweating and heart rate: role of skin vs. core temperature. *J Appl Physiol* 36(6):726-733, 1974.
11. Gold J: Development of heat pyrexia. *JAMA* 173:1175-1182, 1960.
12. Gaudio R Jr and Abramson N: Heat induced hyperventilation. *J Appl Physiol* 25(6):742-746, 1968.
13. Haapanen E: Effects of Finnish sauna bath on the electrolyte excretions and the renal clearances. *Ann Med Exper Biol Fenniae* 36:suppl 5, 1958.
14. Shoenfeld Y, Sohar E, Ohry A and Shapiro Y: Heat stress: comparison of short exposure to severe dry and wet heat saunas. *Arch Phys Med Rehabil* 57:126-129, 1976.
15. Sohar E, Shoenfeld Y, Shapiro Y, Ohry A and Cabili S: Effects of exposure to Finnish sauna. *Israel J Med Sci* 12(11):1276-1282, 1976.
16. Frye AJ and Kamon E: Responses to dry heat of men and women with similar aerobic capacities. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 50(1):65-70, 1981.
17. Shapiro Y, Pandolf KB, Avellini BA, Pimental NA and Goldman RF: Heat balance and transfer in men and women exercising in hot-dry and hot-wet conditions. *Ergonomics* 24(5):375-386, 1981.
18. Wyndham CH, Morrison JF and Williams CG: Heat reactions of male and female Caucasians. *J Appl Physiol* 20(3):357-364, 1965.
19. Avellini BA, Shapiro Y, Pandolf KB, Pimental NA and Goldman RF: Physiological responses of men and women to prolonged dry heat exposure. *Aviat Space Environ Med* 51(10):1081-1085, 1980.
20. Verde T, Shephard RJ, Coney P and Moore R: Sweat composition *in* exercise and in heat. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 53(6): 1540-1545, 1982.
21. Edholm OG, Fox RH and MacPherson RC: The effect of body heating on the circulation in skin and muscle. *J Physiol* 134:612-619, 1956.
22. Rowell LB: Refl ex control of the cutaneous vasculature. *J Invest Dermatol* 69:154-166, 1977.
23. Vuori I: Sauna bather's circulation. *Ann Clin Research* 2058/1988b.
24. Wenger CB and Roberts MF: Control of forearm venous volume during exercise and body heating. *J Appl Physiol* 48(1):114-119, 1980.
25. Brengelmann GL: Circulatory adjustments to exercise and heat stress. *Ann Rev Physiol* 45:191-212, 1983.
26. Nielsen B, Rowell LB and Bonde-Petersen F: Cardiovascular responses to heat stress and blood volume displacements during exercise on man. *Eur J Appl Physiol* 52:370-374, 1984.
27. Roberts MF and Wenger CB: Thermal and baroreflex control of skin circulation. *Biometeorology* 7, Part 2:54-64, 1980.

28. Rowell L: Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol Rev* 54:75-142, 1974.
29. Drettner B: The effect of the sauna bath on the peripheral blood flow. *Acta Soc Med Uppsalaensis* 69:279-280, 1964.
30. Huikko M, Jouppila P and Kärki NT: Effects of Finnish bath (sauna) on the urinary excretion of noradrenaline, adrenaline and 3-methoxy-4-hydroxymandelic acid. *Acta Physiol Scand* 68:316-321, 1966.
31. Kosunen KJ, Pakarinen AJ, Kuoppasalmi K and Adlercreutz H: Plasma renin activity, angiotensin II, and aldosterone during intense heat stress. *J Appl Physiol* 41(3):323-327, 1976.
32. Hussi E, Sonck T, Pösö H, Remes J, Eisalo A and Jänne J: Plasma catecholamines in Finnish sauna. *Ann Clin Res* 9:301-304, 1977.
33. Koronen GT, Shephard JT and Marshall RJ: Cardiovascular response to acute heat stress. *J Appl Physiol* 16(5):869-872, 1961.
34. Rowell LB, Brengelmann GL and Murray JA: Cardiovascular responses to sustained high skin temperature in resting man. *J Appl Physiol* 27(5):673-689, 1969.
35. Bynum GD, Pandolf KB, Schuette WH, Goldman RF, Lees DE, Whang-Ping J, Atkinson ER and Bull JM: Induced hyperthermia in sedated humans and the concept of critical thermal maximum. *Am J Physiol* 235(5):R228-R236, 1978.
36. Eggers P and Goll W: Die Wirkung des Saunabades auf Herz und Kreislauf. *Dtsch med Wschr* 77:863-866, 1952.
37. Kaderávek F: Innerer Temperaturgradient als Indikator der Kreislaufkapazität in der heißen Umgebung des Saunabades. *Sauna-Archiv* 3:29-33, 1980.
38. Luurila OJ: Arrhythmias and other cardiovascular responses during Finnish sauna and exercise testing in healthy men and postmyocardial infarction patients. *Acta Medica Scand Suppl* 641: 1-60, 1980.
39. Holtz J and Bassenge E: Der Blutdruck in der Abkühlphase des Saunabades: Untersuchungen mit einer phasentreuen, nichtinvasiven, neuen Messtechnik. *Z f Phys Med* 4:247-255, 1981.
40. Bachmann K, Hoffmann H, Günthner W and Zerkawy R: Ergebnisse telemetrischer Kreislaufuntersuchungen beim Saunabadevorgang. *Sauna-Archiv* 9: 17, 1971.
41. Taggart P, Parkinson P and Carruthers M: Cardiac responses to thermal, physical and emotional stress. *Br Med J* 3:71-76, 1972.
42. Davies H: Cardiovascular effects of the sauna. *Am J Phys Med* 54(4):178-185, 1975.
43. Kosiek J-P, Vogler G, Schneider G and Klaus EJ: Kontinuierliche Herzschlagfrequenzregistrierung bei Sportlerinnen während eines Saunabades. *Sportarzt und Sportmedizin* 1:7-16, 1969.
44. Hüllemann K-D and Matthes D: Comparative telemetric measurements on heat attack patients and normal persons in the sauna, taking an ergometer test, at sports and at an interview. In H Teir, Y Collan and Pirkko Valtakari (editors): *Sauna-Studies*, pp 181-188, Vammalan Kirjapaino 1976.
45. Stanghelle JK and Hansen HJ: Kan hjertepasienter ta bastubad? *Tidskr Nor Laegeforen* 101(23):1273-1275, 1981.
46. Donhoffer SZ, Mestyán GY, Obrinsák E and Tóth I: The thermoregulatory significance of the increase in O₂ - consumption elicited by high environmental temperature. *Acta Physiol Acad Sci Hungar* 4:291-299, 1953.
47. Saxton C: Effects of severe heat on respiration and metabolic rate in resting man. *Aviat Space Environ Med* 52(5):281-286, 1981.
48. Hasan J and Niemi M: Metabolic responses of human subjects to severe acute thermal stress. *Acta Physiol Scand* 31:137-146, 1954.
49. Hardy JD and Stolwijk JAJ: Responses of man to thermal transients. In *Thermal problems in Aerospace Medicine*. pp. 105-127. Technivision Sciences, Maidenhead, England 1968.
50. Sherif NE, Shahwan L and Sorour AH: The effect of acute thermal stress on general and pulmonary hemodynamics in the cardiac patient. *Am Heart J* 79:305-317, 1970. .
51. Faithfull NS, Van Den Berg AD and Van Rhoon GC: Cardiovascular and oxygenation changes during whole body hyperthermia. *Adv Exp Med Biol* 157:57-70, 1982.
52. Conradi E: The behaviour of selected parameters of the heart-circulatory and respiratory systems of patients accustomed to the sauna in the course of nine sauna baths at weekly intervals. *Sauna Studies* 189-205, 1976a.
53. Conradi E and Schneider CH: Untersuchungen zum Verhalten des Kreislaufs im Verlauf einer Serie Saunabader. *Zchr Physiother* 28:335-341, 1976b.
54. Zegveld C: Physical changes caused by taking a sauna bath. *Sauna Studies* 1976.

55. Saxton C: Respiration during heat stress. *Aviat Space Environ Med* 46(1):41-46, 1975.
56. Britton BJ, Hawkey C, Wood WG, Perle M, Kaye J and Irving MH: Adrenergic, coagulation and fibrinolytic responses to heat. *Br Med J* 4:139-141, 1974.
57. Drinkwater BL and Horvath SM: Heat tolerance and ageing. *Med Sci Sports* 11(1):49-55, 1979.
58. Máček M and Vávra J: Cardiopulmonary and metabolic changes during exercise in children 6-14 years old. *J Appl Physiol* 30(2):202-204, 1971.
59. Bouchard C, Malina RM, Hallmann Wand Leblanc C: Submaximal working capacity, heart size and body size in boys 8-18 years. *Eur J Appl Physiol* 36:115-126, 1977.
60. Piekarski C, Morfeld P, Kampmann B, Ilmarinen R and Wenzel AG: Heart-stress reactions of the growing child. In: Rutenfranz J, Mocellin R and Klimt F (editors): *Children and exercise XII*. pp. 403-412, Human Kinetics Publishers Inc, Champaign, Illinois, 1986.
61. Andersen KJ, Selinger V, Rutenfranz J and Berndt I: Physical performance capacity of children in Norway. Part II. Heart rate and oxygen pulse in submaximal and maximal exercises - Population parameters in a rural community. *Eur J Appl Physiol* 33:197-206, 1974.
62. Bar-Or O: Physiologic responses to exercise of the healthy child. In: Oded Bar-Or: *Pediatric Sports Medicine for the Practitioner from Physiologic Principles to Clinical Applications*, pp. 1-65. Springer-Verlag, New York, 1983b.
63. Bar-Or O, Shephard RJ and Allen CL: Cardiac output of 10- to 13-year-old boys and girls during submaximal exercise. *J Appl Physiol* 30(2):219-223, 1971.
64. Eriksson BO: Cardiac output during exercise in pubertal boys. *Acta Paediatr Scand Suppl* 217:53-55, 1971.
65. American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine: Climatic heat stress and the exercising child. *Pediatrics* 69(4):808-809, 1982.
66. Venho V: Untersuchungen und Beobachtungen an Säuglingen in der Finnischen Sauna. *Sauna-Archiv* 1:77-82, 1958.
67. Fyhrquist F, Wallenius M and Hollemans HJG: Radioimmunoassay of vasopressin in unextracted plasma. *Scand J Clin Lab Invest* 36:841-847, 1976.
68. Needleman P and Greenwald JE: Atriopeptin: a cardiac hormone intimately involved in fluid, electrolyte, and blood pressure homeostasis. *New Engl J Med* 13:828-834, 1986.
69. Garcia R, Thibault G, Cantin M and Genest J: Effect of purified atrial natriuretic factor on rat and rabbit vascular strips and vascular beds. *Am J Physiol* 247:234-239, 1984.
70. Rowell LB, Brengelmann GL, Detry JM and Wyss C: Venomotor responses to rapid changes in skin temperature in exercising man. *J Appl Physiol* 30(1):64-71, 1971.

(I doktorsavhandlingen finns också andra delar som inte fanns representerade bland utdragen:

- *En inledningsdel i början av avhandlingen i vilken man redogör för varför det är motiverat att undersöka ämnet, fenomenet eller problemet ifråga*
- *En målsättningsdel, efter inledningsdelen, i vilken man kort beskriver vilka frågor man försöker besvara med undersökningen*
- *En sammanfattningsdel, efter diskussionsdelen, där man presenterar undersökningens centrala resultat*
- *En del med slutsatser, efter föregående, i vilken man utvärderar inverkan av de erhållna resultaten på fortsatt forskning eller för tillämpningar*
- *En del med tilläggsinformation, i vilken man avtackar personer eller institutioner som deltagit i, eller på annat sätt bidragit till utförandet av undersökningen.)*

UPPGIFTER:**Uppgift 1****20 poäng**

Skriv ett sammandrag baserat på de bifogade textmaterialutdragen, i vilken du jämför barn och vuxna med avseende på förändringarna som sker i blodcirkulationen och i blodcirkulationsorganens funktioner under bastubadandet och under en kort tid efter bastubadandet.

Uppgift 2**9 poäng**

a) Vilka strukturer i huden och i underhudsvävnaden deltar i upprätthållandet av kroppstemperaturen hos en vuxen människa? (4 p)

b) På vilka sätt främjar dessa strukturer upprätthållandet av kroppstemperaturen? (5 p)

Uppgift 3**17 poäng**

En person, som har en massa på 77 kg, hudtemperaturen 39 °C, hudytan 1,5 m² och vars grundämnesomsättningseffekt är 83 W, är i bastu i temperaturen 100,0 °C. Bastuns temperatur är den samma överallt och man beaktar inte bastubadarens hudkontakt med bastulaven i beräkningarna. För värmestrålningens emissions- och absorptionskoefficienter kan du använda samma (exakta) värde $k=1$ som för en svart kropp. Vattnets ångbildningsvärme är 2260 kJ/kg.

a) Ifall bastubadarens hudtemperatur inte förändras, hur mycket värmeenergi avges då från bastubadaren genom strålning under 12 minuter? (4 p)

b) Hur mycket värmeenergi överförs till bastubadaren genom strålning under samma tid? (3 p)

c) Vilken är den genom strålningen överförda effektens nettomängd och -riktning? (2 p)

d) Beräkna, genom att använda konvektionsekvationen och räkneformeln för den naturliga transporten, värmeenergens transporteffekt från luften till bastubadaren. (4 p)

e) Hur stor bör personens svettningshastighet (kg/h) i bastun vara för att kroppstemperaturen inte skall stiga, då man antar att all svett avdunstar? Antag att svetten är termodynamiskt identisk med vatten och att den termodynamiska processen är den samma som vid kokning. (4 p)

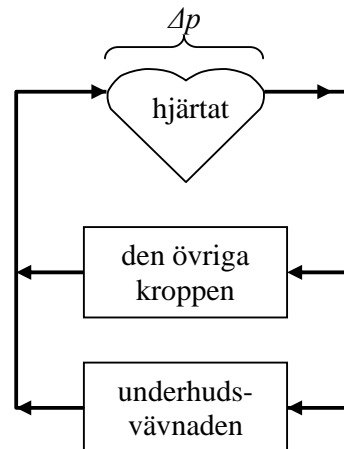
Uppgift 4**18 poäng**

För de finländska vuxna som var med i undersökningen som omnämndes i textmaterialet var hjärtats minutvolym före bastubadandet i medeltal 5,31 l/min och under bastubadandet 9,16 l/min. Använd dessa värden i uppgiften. Antag dessutom att arean för tvärsnittet av aortan är 3,0 cm² och att aortatrycket i medeltal är 101 mmHg före och under bastubadandet.

a) Beräkna hjärtats slagvolym före bastubadandet (pulsen 75 slag i minuten) och under bastubadandet (pulsen 120 slag i minuten). (4 p)

b) Beräkna, i procent, hur mycket hjärtats genomsnittliga effekt ändras i förhållande till situationen före bastubadandet. Använd SI-enheter i beräkningen. (6 p)

c) Blodcirkulationens fördelning mellan underhudsvävnaden och den övriga kroppen kan granskas enligt den förenklade modellen i figur 1. Beräkna med hjälp av modellen hur mycket underhudsvävnadens flödesmotstånd förändras uttryckt i *PRU*-enheter (perifera motståndsenheten) i situationerna före och under bastubadandet. Under bastubadandet minskar det totala perifera flödesmotståndet med 42 % och före bastubadandet går 6,0 % av blodflödet genom underhudsvävnaden. Under bastubadandet är den övriga kroppens perifera motstånd = 1,1 *PRU*. I båda fallen är den genomsnittliga skillnaden mellan aortans blodtryck och det venösa blodtrycket $\Delta p = 98$ mmHg. Observera hur *PRU*-enheten är definierad. (8 p)



Figur 1

Uppgift 5

10 poäng

Kväveoxidens, dvs. kvävemonoxidens kemiska formel är NO. Kväveoxiden är en viktig signalsubstans hos däggdjur och också hos människan. Kväveoxiden bildas i kroppen av arginin och syre under kväveoxidsyntasenzymernas inverkan. Enligt vissa undersökningar ökar dessa enzyms aktivitet under värmeexponering. Därmed ökar kväveoxidmängden i blodomloppet.

pK_a -värdena för argininets funktionella grupper:

Karboxylgruppen	1,82
α -aminogruppen protonerad	8,99
Sidokedjan protonerad till kväve med dubbelbindning	12,48

a) Diskutera vilka fysiologiska verkningar på hjärtfunktionen kväveoxiden kan ha under bastubadandet. (4 p)

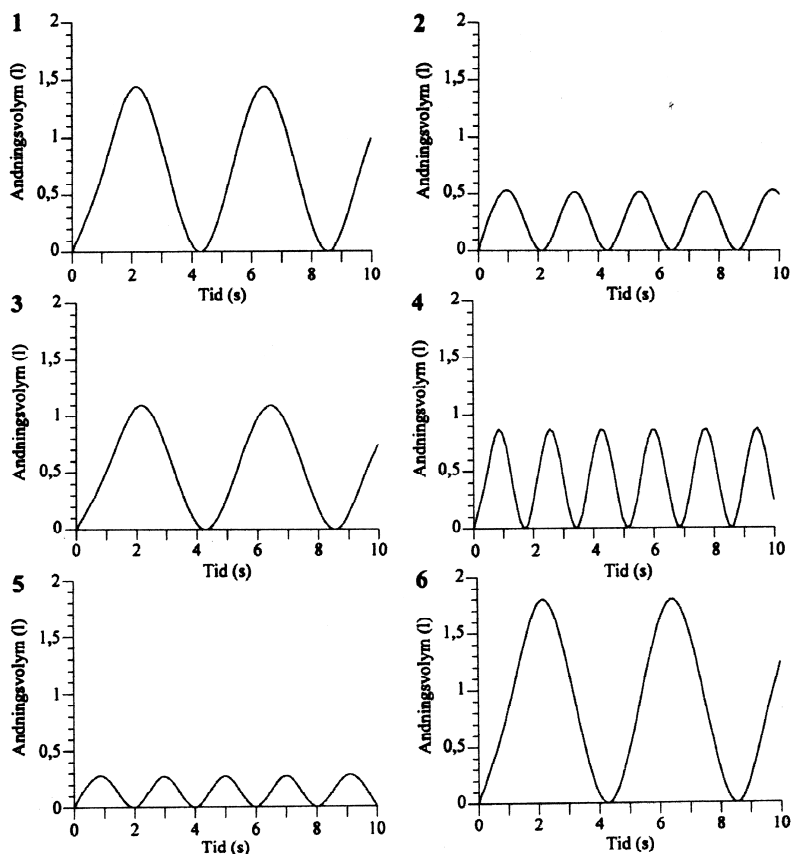
b) Rita den fullständiga strukturformeln för den form av argininet som dominerar i en vattenlösning som har pH-värdet A) 1, B) 7 och C) 13,5. Tips: Protoneringen av argininets sidokedja sker till kväve med dubbelbindning. (6 p)

Uppgift 6

12 poäng

a) Vilka av spirogrammen 1-6 (gruppernas genomsnittskurvor) i figur 2 beskriver de i textmaterialet omnämnda 2-5-åringarnas andning före bastubadandet och den maximala andningen under bastubadandet? Vilka är de motsvarande graferna för gruppen med över 15-åringar. Motivera ditt svar. (6 p)

b) Av vilken orsak ökar bastubadandet andningsfrekvensen och/eller andetagsvolymen och därmed lungventilationen? (6 p)



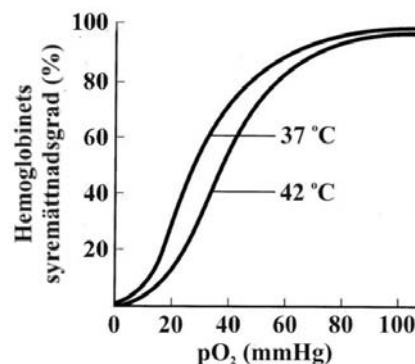
Figur 2

Uppgift 7**16 poäng**

Koldioxiden som bildas vid ämnesomsättningen i vävnaderna transporteras med blodet till lungorna för att avges i utandningsluften. Den kvantitativt viktigaste formen av koldioxidtransporten i blodet är den i blodplasmata lösta vätekarbonatjonen. Även de röda blodcellerna deltar i bildandet av vätekarbonatjonen.

a) Beskriv med hjälp av reaktionsformler och schema hur vävnadens CO_2 omvandlas till blodplasmata vätekarbonatjon. Namnge eventuella enzymer som katalyserar reaktionsseriens delreaktioner. Beskriv också vilka av reaktionsseriens substanser som går genom cellmembranen och på vilka sätt dessa förflyttningar sker. (10 p)

b) I figur 3 visas oxihemoglobinetts dissociationskurvor vid kroppstemperaturerna 37°C och 42°C . Då man vet att kroppstemperaturen stiger vid bastubadande, vad kan man konstatera beträffande bastubadandets inverkan på bindningen av syret i lungorna och överförelsen av syret till vävnaderna jämfört med situationen, då kroppstemperaturen är normal? (6 p)



Figur 3

Uppgift 8**11 poäng**

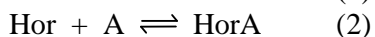
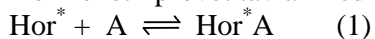
I det arteriella blodet är partialtrycket för koldioxiden ($p\text{CO}_2$) normalt 5,33 kPa, pH-värdet 7,40 och koncentrationen av vätekarbonatjonen 26,6 mmol/l. Under bastubadande kan partialtrycket för koldioxiden i kapillärt blodplasma öka till värdet 7,15 kPa och blodets pH sjunka till värdet 7,26. Vilka är då koncentrationerna av den i det kapillära blodplasmats lösta koldioxiden och av vätekarbonatjonen (mmol/l). Andra faktorer som möjligen skulle påverka blodets pH tas inte i beaktande.

Uppgift 9**14 poäng**

Med vilka mekanismer försöker organismen kompensera saltförlusten som sker i samband med bastubadandet?

Uppgift 10**14 poäng**

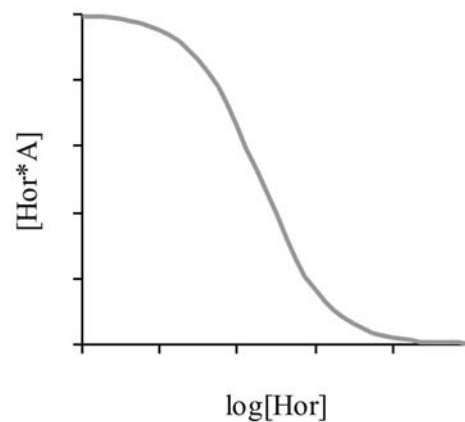
RIA är en klassisk metod att bestämma t.ex. hormonkoncentrationen i blodet. För RIA behövs en antikropp (A) som specifikt binder hormonet, hormon som är märkt med en radioaktiv isotop (Hor^*), samt provet innehållande hormonet (Hor), vars koncentration skall bestämmas. Hormonet i provet tävlar med det radioaktivt märkta hormonet om att binda till antikroppen.



Jämvikterna som råder är alltså $K_1 = \frac{[\text{Hor}^*\text{A}]}{[\text{Hor}^*][\text{A}]}$ och $K_2 = \frac{[\text{HorA}]}{[\text{Hor}][\text{A}]}$.

För enkelhetens skull antar vi att varje antikroppsmolekyl binder bara en hormonmolekyl.

När reaktionerna har uppnått jämvikt isolerar man Hor^*A och bestämmer dess koncentration ($[\text{Hor}^*\text{A}]$) genom att mäta radioaktiviteten. $[\text{Hor}^*\text{A}]$ är på basen av de ovannämnda reaktionerna omvänt proportionell mot hormonkoncentrationen i provet (ju mindre radioaktivitet desto högre hormonkoncentration i provet; se figur 4). Hormonkoncentrationen i provet kan räknas ut eftersom koncentrationerna av A och Hor^* och reaktionernas jämviktskonstanter är kända.



Figur 4

Ett experiment där man bestämde hormonkoncentrationen i ett prov:

Reaktionsblandningarna (totalvolymen = $V = 1,000$ ml)

- referensblandning (utan prov): 0,800 ml buffertlösning, 0,100 ml lösning som innehåller antikroppar (A-lösning) och 0,100 ml lösning som innehåller radioaktivt hormon (Hor^* -lösning)

- provblandning: 0,600 ml buffertlösning, 0,200 ml prov, 0,100 ml A-lösning och 0,100 ml Hor^* -lösning

- den totala antikroppskoncentrationen (i båda blandningarna)

$$= C_A = [\text{A}] + [\text{Hor}^*\text{A}] + [\text{HorA}] = 1,00 \cdot 10^{-16} \text{ mol/l}$$

- den totala koncentrationen av radioaktivt hormon (i båda blandningarna)

$$= C_{\text{Hor}^*} = 3,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

$$K_1 = K_2 = 3,00 \cdot 10^9 \text{ l/mol}$$

I referensblandningen (utan prov; $C_{\text{Hor}} = 0$) $[\text{Hor}^* \text{A}] = 4,74 \cdot 10^{-17}$ mol/l (vid jämvikt). I provblandningen $[\text{Hor}^* \text{A}] = 3,74 \cdot 10^{-17}$ mol/l (vid jämvikt).

Räkna ut vilken hormonkoncentrationen var i det ursprungliga provet, på basen av konstanterna och mätresultaten från ovannämnda provbestämning. Antag att koncentrationerna av de fria hormonerna (Hor ja Hor^*) i reaktionsblandningen ej nämnvärt ändras när de binds till A (det finns ett överskott av Hor^* och Hor i förhållande till A), med andra ord $C_{\text{Hor}^*} \approx [\text{Hor}^*]$ och $C_{\text{Hor}} \approx [\text{Hor}]$. Tips: lösningen fås från uttrycket för C_A .

Uppgift 11

18 poäng

Då man värmer en bastu där volymen av luft är $7,28 \text{ m}^3$ med björkved, tar det 65 min för temperaturen i bastun att stiga från rumstemperatur ($22 \text{ }^\circ\text{C}$) till badtemperatur ($85 \text{ }^\circ\text{C}$) och uppvärmandet av bastun förbrukar 22 MJ energi.

a) Bastu-ugnen byts ut mot en el-ugn, där tre identiska motstånd är var för sig kopplade till en effektiv spänning på 230 V. Hur stor resistans måste varje motstånd ha för att uppvärmningstiden inte skall förändras? (5 p)

b) Om luften i bastun är helt torr och lufttrycket i bastun är 105 kPa då badtemperaturen uppnås, hur stor andel av den energi som användes för uppvärmningen av bastun har förbrukats för att värma upp den luft som just då fyller bastun? Här antas att lufttemperaturen är den samma överallt i bastun. $c_{p,\text{luft}} = 1,0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $\rho_{\text{luft}}(85 \text{ }^\circ\text{C}) = 1,02 \text{ kg}/\text{m}^3$ (5 p)

c) Om man kastar 2,5 dl vatten ($22 \text{ }^\circ\text{C}$) på bastu-ugnen, så att allt vatten förångas, och ifall det inte (för stunden) finns någon utväg ur bastun för luft och man väntar tills temperaturen och luftfuktigheten i bastun har jämnat ut sig, hur mycket har då lufttrycket i bastun ökat jämfört med situationen före vattnet kastades? Du kan behandla både luft och vattenånga som idealgaser och du kan anta att de är vid $85 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatur överallt i bastun. (8 p)

Tyngdaccelerationen på jordens yta 9,81 m/s²
 Ljudets hastighet i luft 334 m/s
 Densiteten för vatten 1000 kg/m³ (0 °C - 100 °C)
 Densiteten för blod 1050 kg/m³
 Densiteten för kvicksilver 13600 kg/m³
 Plancks konstant 6,626·10⁻³⁴ J · s
 Ångbildningsvärme för vatten 2620 kJ/kg
 Vattnets specifika värmekapacitet 4,19 kJ/(K · kg)
 Elektronens laddning $e = -1,602 \cdot 10^{-19}$ C
 Avogadros tal $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ /mol
 0 °C = 273,15 K
 Allmänna gaskonstanten $R = 8,314$ J/(mol · K)
 Faradays konstant $F = 96,5 \cdot 10^3$ C/mol
 Molarvolymen för en idealgas $V_m = 22,41$ l/mol (NTP)
 Densiteten för torr luft 1,29 kg/m³ (NTP)
 Ljusets hastighet $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s
 Stefan-Boltzmanns konstant $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(m² · K⁴)
 $k = 1$ för en svart kropp
 1 eV = 1,602·10⁻¹⁹ J
 1 curie = 1 Ci = 3,7·10¹⁰ Bq
 1 kWh = 3,6 MJ
 proton: $m_p = 1,6726586 \cdot 10^{-27}$ kg
 neutron: $m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27}$ kg
 atommassenhet: $m_u = 1,6605655 \cdot 10^{-27}$ kg
 $m_p = 1,0072825$ m_u
 $m_n = 1,0086650$ m_u

$$K = \frac{[A^-][HB^+]}{[HA][B]}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]} = \frac{1}{1 + 10^{(pK_a - pH)}}$$

$$\frac{[HA]}{[HA] + [A^-]} = \frac{1}{1 + 10^{(pH - pK_a)}}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_{tot}}$$

$$V_0 / V_{max} = \frac{[S]}{K_m + [S]}$$

$$c = Hp_0$$

$$J_d = -D \frac{dc}{dx}$$

$$D^0 = \sqrt[3]{\frac{\rho N_A}{162\pi^2} \frac{kT}{\eta}} M^{-1/3}$$

$$\frac{J_d}{\Delta c} = P = \frac{KD}{\Delta x}$$

$$P = \phi D / \Delta x$$

$$\Pi = RTc$$

$$\Pi = nRT / V$$

$$\Pi = \phi RTc$$

$$\Pi = \sum \Pi_i = \sum \frac{n_i RT}{V}$$

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln c_i + Z_i FV$$

$$J_i = -\frac{c}{N_A f} \frac{d\mu_i}{dx} = -\frac{RT}{N_A f} \frac{dc_i}{dx} - \frac{cZ_i F}{N_A f} \frac{dV}{dx}$$

$$\mu^{0s} + RT \ln c^s + Z_i FV^s = \mu^{0u} + RT \ln c^u + Z_i FV^u$$

$$\Delta V = -\frac{RT}{ZF} \ln \frac{c^s}{c^u}$$

$$J = -D \left(\frac{dc}{dx} + Zc \frac{F}{RT} \frac{dV}{dx} \right)$$

$$\Delta V = V_s - V_u = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{Na} c_{Na}^u + P_K c_K^u + P_{Cl} c_{Cl}^s}{P_{Na} c_{Na}^s + P_K c_K^s + P_{Cl} c_{Cl}^u}$$

$$\frac{c_K^s}{c_K^u} = \frac{c_{Cl}^u}{c_{Cl}^s}$$

$$(c_{Cl}^u + |Z_p| c_p^u) c_{Cl}^0 = c_K^s c_{Cl}^s$$

$$\Delta \Pi = RT \Delta c = RT (c_K^u + c_{Cl}^u + c_p^u - c_K^s - c_{Cl}^s)$$

$$I = C_m \frac{dE}{dt} + g_{Na} (E - E_{Na}) + g_K (E - E_K) + g_l (E - E_l)$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$r = k(\lambda / NA)$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$\lambda = 12,26 \cdot 10^{-10} \sqrt{U(1 + 0,978 \cdot 10^{-6} U)}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}); \quad F = qvB \sin \alpha$$

$$F = m \omega^2 r = V(\rho_m - \rho_n) \omega^2 r$$

$$v = F / f = V(\rho_m - \rho_n) \omega^2 r / f$$

$$W = 1/2 J \omega^2$$

$$v = QE \frac{1}{6\pi r \eta}$$

$$U = Kdq / ti$$

$$L = U_i V t$$

$$I / I_0 = 10^{-\varepsilon c d}$$

$$A = \log_{10}(I_0 / I)$$

$$A = \varepsilon c d$$

$$E_s = [Z m_p + N m_n - m_y] c^2$$

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$\lg A = \lg A_0 - (\lg e) \lambda t$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$\lambda_e = \lambda_f + \lambda_b$$

$$T_e = \frac{T_f T_b}{T_f + T_b}, T_b = \frac{T_f T_e}{T_f - T_e}$$

$$A = A_1 e^{-\lambda_1 t} + A_2 e^{-\lambda_2 t}$$

$$E_\gamma = E_\gamma \left[1 + \frac{E_\gamma}{m_e c^2} (1 - \cos \theta) \right]^{-1}$$

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

$$H = w_R D; \quad H_T = w_R D_T$$

$$E = \sum_R \sum_T w_R w_T D_T; \quad \sum w_T = 1$$

$$E = hf = hc / \lambda; \quad E(\text{eV}) = 1240 / \lambda(\text{nm})$$

$$f = 1 / (2\pi \sqrt{LC})$$

$$v = \sqrt{\gamma RT / M}$$

$$v = \sqrt{E / \rho}$$

$$I_0 = 10^{-12} W / m^2$$

$$\beta = 10 \lg(I / I_0)$$

$$R = 10 \lg(P_1 / P_2) = 10 \lg(1 / \tau)$$

$$\tau = \frac{\tau_1 A_1 + \tau_2 A_2 + \dots}{A}$$

$$f = f_0 \frac{c}{c \pm v}; \quad f = f_0 \frac{c \pm v}{c}$$

$$F = mv^2 / r$$

$$T = \sqrt{4\pi^2 (r/a)}$$

$$F = m\omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} mr$$

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

$$\phi = \frac{\lambda A \theta}{d}$$

$$q = \frac{\lambda \theta}{d}$$

$$\phi = h \cdot A \cdot \theta$$

$$\theta = T_1 - T_2$$

$$h = h_{ik} = C |T_{hud} - T_{luft}|^{0,25}, C = 2,38 W / (K^{5/4} \cdot m^2)$$

$$\frac{P}{A} = \sigma T^4; \quad \frac{P}{A} = k \sigma T^4$$

$$\phi_A = h_h \frac{A_h}{A} (p_{luft} - p_{hud})$$

$$h = 1/2 g t^2$$

$$v = v_0 + g t$$

$$h = v_0 t + 1/2 g t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + 1/2 \alpha t^2$$

$$T = 2\pi / \omega$$

$$n = 1 / t$$

$$a = v^2 / r$$

$$F = mv^2 / r = m\omega^2 r = (4\pi^2 / T^2) mr$$

$$y(x, t) = y_{\max} \sin(\omega t - kx)$$

$$p(x, t) = p_{\max} \cos(\omega t - kx)$$

$$\beta = (10 \text{dB}) \lg(I / I_0)$$

$$I = \Phi / \omega = \Phi_{\text{tot}} / 4\pi$$

$$E = \Phi / A$$

$$L = I / A; \quad [L] = cd / m^2 = 1 \text{Nit} = 1 \text{nitti}$$

$$L = I_g / (A \cos \varepsilon)$$

$$(n_1 / a) + (n_2 / b) = (n_2 - n_1) / r$$

$$f_2 = [(n_2 - n_1)r + n_1 r] / (n_2 - n_1) = f_1 + r$$

$$(f_1 / f_2) = (n_1 / n_2)$$

$$I = I_0 e^{-\alpha t}$$

$$pV = nRT$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$V = V_0 (1 + \alpha_V \Delta T)$$

$$p = p_0 (1 + \alpha_p \Delta T)$$

$$Q = c_p m \Delta T$$

$$W = \gamma \Delta A$$

$$W = F \Delta l$$

$$P_1 = \frac{W_1}{\Delta t} = pA \frac{\Delta s}{\Delta t} = pAv$$

$$P_2 = 1/2 \rho A \frac{\Delta s}{\Delta t} v^2 = 1/2 \rho v^3 A$$

$$P = P_1 + P_2 = (p + 1/2 \rho v^2) q_v$$

$$\langle P \rangle = \frac{1}{2} \rho (\langle v_i^2 \rangle + \langle v_p^2 \rangle) \langle q_v \rangle + (\langle p_1 \rangle + \langle p_2 \rangle) \langle q_v \rangle$$

$$\langle v_i^2 \rangle \approx \langle v_p^2 \rangle \approx 3,5 \langle v \rangle^2$$

$$\langle P \rangle = \frac{3,5 \rho}{A^2} \langle q_v \rangle^3 + \frac{7}{6} \langle p_i \rangle \langle q_v \rangle$$

$$q_v = \frac{V}{t}$$

$$q_v = \frac{Al}{t} = Av_k$$

$$q_m = \frac{m}{t} = \rho \frac{V}{t} = \rho q_v = \rho Av_k$$

$$q_{v1} = A_1 v_1 = A_2 v_2 = q_{v2}$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$$

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{konstant}$$

$$\frac{E_k}{V} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{V} = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$\frac{E_p}{V} = \frac{mgh}{V} = \rho gh$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F_s}{A_s} = \frac{W}{V}$$

$$c = \sqrt{(\Delta p / \Delta V)(V / p)}$$

$$F = (EA/l)(\Delta l)$$

$$R = \Delta p / V = 8\eta L / \pi r^4$$

$$PRU = \Delta p (\text{mmHg}) / V (\text{ml} / \text{s})$$

$$PVR = 80(PA_m - LA_m) / V_p$$

$$SVR = 80(AO_m - RA_m) / V_p$$

$$q_v = \frac{\pi \Delta p R^4}{8\eta L}$$

$$Re = \frac{\rho v R}{\eta}$$

$$v = \frac{2(\rho - \rho_0)gr^2}{9\eta}$$

$$W = Fs$$

$$E_p = mgh$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_r = \frac{1}{2} J \omega^2$$

$$P = W / t$$

$$\eta = W_a / W_o$$

$$\eta = (W_a / t) / (W_o / t) = P_a / P_o$$

$$TT - \text{enhet} = 1000 \frac{\mu(x, y, z) - \mu_{\text{vatten}}}{\mu_{\text{vatten}}}$$

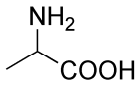
$$R = \left(\frac{v_1 \rho_1 - v_2 \rho_2}{v_1 \rho_1 + v_2 \rho_2} \right)^2$$

$$\Delta f = 2 f v \cos \alpha / c$$

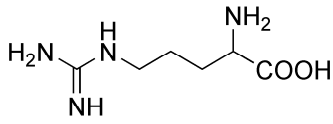
$$M = F \cdot r$$

$$I = A^2$$

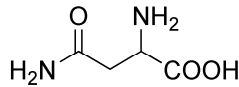
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	II	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb		VIIIb		Ib	IIb	III	IV	V	VI	VII	VIII
^1H 1.0079																	^4He 4.0026
^3Li 6.9412	^4Be 9.0121											^5B 10.811	^6C 12.010	^7N 14.006	^8O 15.999	^9F 18.998	^{10}Ne 20.179
^{11}Na 22.989	^{12}Mg 24.305											^{13}Al 26.981	^{14}Si 28.085	^{15}P 30.973	^{16}S 32.065	^{17}Cl 35.453	^{18}Ar 39.948
^{19}K 39.098	^{20}Ca 40.078	^{21}Sc 44.955	^{22}Ti 47.867	^{23}V 50.941	^{24}Cr 51.996	^{25}Mn 54.938	^{26}Fe 55.845	^{27}Co 58.933	^{28}Ni 58.693	^{29}Cu 63.546	^{30}Zn 65.409	^{31}Ga 69.723	^{32}Ge 72.641	^{33}As 74.921	^{34}Se 78.963	^{35}Br 79.904	^{36}Kr 83.798
^{37}Rb 85.467	^{38}Sr 87.621	^{39}Y 88.905	^{40}Zr 91.224	^{41}Nb 92.906	^{42}Mo 95.942	^{43}Tc 98.906	^{44}Ru 101.07	^{45}Rh 102.90	^{46}Pd 106.42	^{47}Ag 107.86	^{48}Cd 112.41	^{49}In 114.81	^{50}Sn 118.71	^{51}Sb 121.76	^{52}Te 127.60	^{53}I 126.90	^{54}Xe 131.29
^{55}Cs 132.90	^{56}Ba 137.32	^{57}La 138.90	^{72}Hf 178.49	^{73}Ta 180.94	^{74}W 183.84	^{75}Re 186.20	^{76}Os 190.23	^{77}Ir 192.21	^{78}Pt 195.08	^{79}Au 196.96	^{80}Hg 200.59	^{81}Tl 204.38	^{82}Pb 207.21	^{83}Bi 208.98	^{84}Po 208.98	^{85}At 209.98	^{86}Rn 222.01
^{87}Fr 223.01	^{88}Ra 226.02	^{89}Ac 227.02	^{104}Rf 261.10	^{105}Db 262.11	^{106}Sg 266.12	^{107}Bh 264.12	^{108}Hs	^{109}Mt	^{110}Ds	^{111}Rg	^{112}Uub	^{113}Uut	^{114}Uuq	^{115}Uup	^{116}Uuh	^{117}Uus	^{118}Uuo
Lantanoider				^{58}Ce 140.11	^{59}Pr 140.90	^{60}Nd 144.24	^{61}Pm 146.91	^{62}Sm 150.36	^{63}Eu 151.96	^{64}Gd 157.25	^{65}Tb 158.92	^{66}Dy 162.50	^{67}Ho 164.93	^{68}Er 167.25	^{69}Tm 168.93	^{70}Yb 173.04	^{71}Lu 174.96
Aktinoider				^{90}Th 232.03	^{91}Pa 231.03	^{92}U 238.02	^{93}Np 237.04	^{94}Pu 244.06	^{95}Am 243.06	^{96}Cm 247.07	^{97}Bk 247.07	^{98}Cf 251.07	^{99}Es 252.08	^{100}Fm 257.09	^{101}Md 258.09	^{102}No 259.10	^{103}Lr 260.10



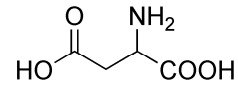
Alanin, Ala, A



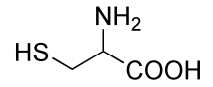
Arginin, Arg, R



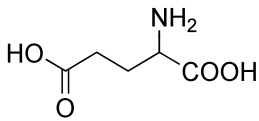
Asparagin, Asn, N



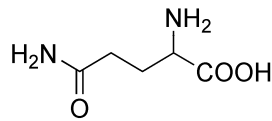
Asparaginsyra, Asp, D



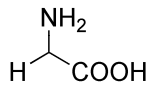
Cystein, Cys, C



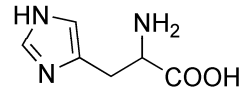
Glutaminsyra, Glu, E



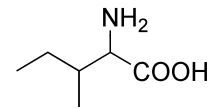
Glutamin, Gln, Q



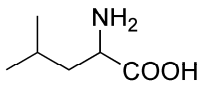
Glycin, Gly, G



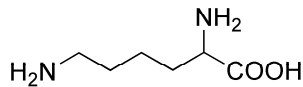
Histidin, His, H



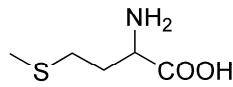
Isoleucin, Ile, I



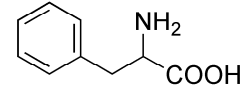
Leucin, Leu, L



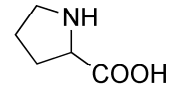
Lysin, Lys, K



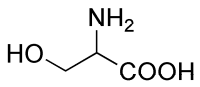
Metionin, Met, M



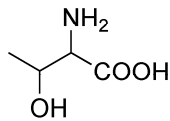
Fenylalanin, Phe, F



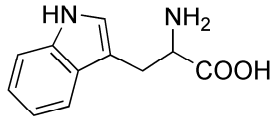
Prolin, Pro, P



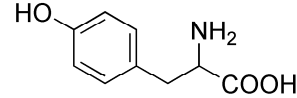
Serin, Ser, S



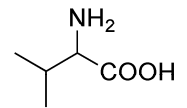
Treonin, Thr, T



Tryptofan, Trp, W



Tyrosin, Tyr, Y



Valin, Val, V

De av DNA kodade aminosyrorna i sina grundformer

kväve	0,0054
syre	0,011
koldioxid	0,250

Värden för Henrys konstant för olika gaser vid 37 °C, $\mu\text{mol}/(\text{l} \cdot \text{Pa})$