Att ta tempen

Av KNUT HÆGER

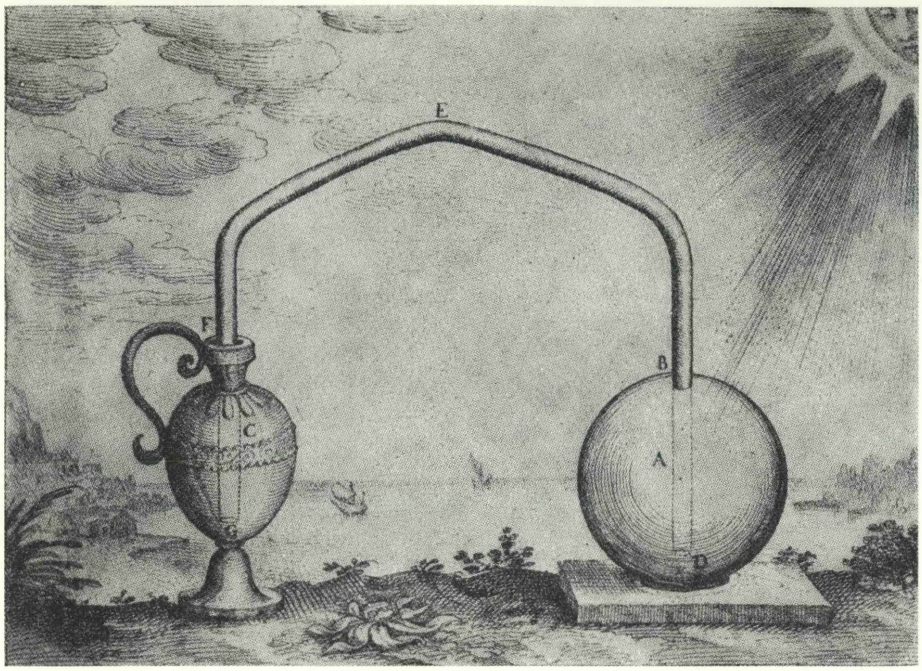
Medicinhistorikern, docenten Knut Hæger ger här en läkares syn på termometerns historia. Uppsatsen är en bearbetning av ett föredrag i serien "Värt att veta" i Sveriges Radio.

Redan ett par hundra år före Kristi födelse roade sig lärda män i Alexandria med att tillverka sinnrika apparater som visade hur kroppar utvidgade sig, när de blev varmare och drog ihop sig, när de svalnade. Någon tanke på att använda denna iakttagelse för *temperaturmätning* hade de dock inte, så mycket mindre som "temperatur" i vår mening ännu var ett okänt begrepp.

Det skulle dröja ända tills slutet av 1500-talet innan alexandriaskolans iakttagelse togs till vara för temperaturmätning. Nu var det *Galileo Galilei* som konstruerade vad han kallade ett termoskop. Galilei tillverkade en glaskula, stor som ett gåsägg, och drog ut dess ena ända till ett långt rör. Det mesta av den luft som fanns i röret och kulan drevs ut, och så placerades röret lodrätt med kulan upp och sin nedersta ända nedsänkt i en öppen skål med vatten. På så sätt kom vattnet i skålen att stiga en bit upp i röret. Om nu luften inne i kulan värmdes upp utvidgades den och pressade vattennivån i röret nedåt; motsatsen inträffade naturligtvis om luften inne i kulan blev kall. Genom att märka röret med jämna mellanrum – Galilei gjorde hundra sådana skalstreck – kunde han få ett siffermässigt uttryck för nivåskillnaderna och därmed också för luftens temperatur.

Anordningen hade emellertid två väsentliga brister, som Galilei själv var klart medveten om. För det första hade han inga bestämda utgångspunkter för sin skala, och för det andra visste han att atmosfärtrycket som påverkade vattnet i den öppna skålen inverkade som felkälla. Han var tvungen att kalibrera sin apparat varje gång den skulle användas.

Vid samma tid som Galilei verkade i Italien en man vid namn Santorio Santorio. Han var synnerligen intresserad av vad som skedde i den mänskliga organismen och han var faktiskt grundläggaren av läran om kroppens ämnesomsättning. För Santorio var det mycket viktigt att veta hur varm människokroppen var. Han hade också sina funderingar om vad feber hade för betydelse. Feber hade man förstås noterat hos de sjuka ända sedan läkekonstens fader *Hippokrates* verkade på 400-talet f.Kr, även om man inte kunnat mäta den. Men egendomligt nog var det ingen som närmare hade funderat över denna märkliga reaktion. Man hade ju inte heller haft några möjligheter att mäta kroppstemperaturen. Santorio var den förste som hittade på en metod. Han tog helt enkelt Galileis glaskula, men gjorde den litet mindre – så stor att det gick att gapa över den och

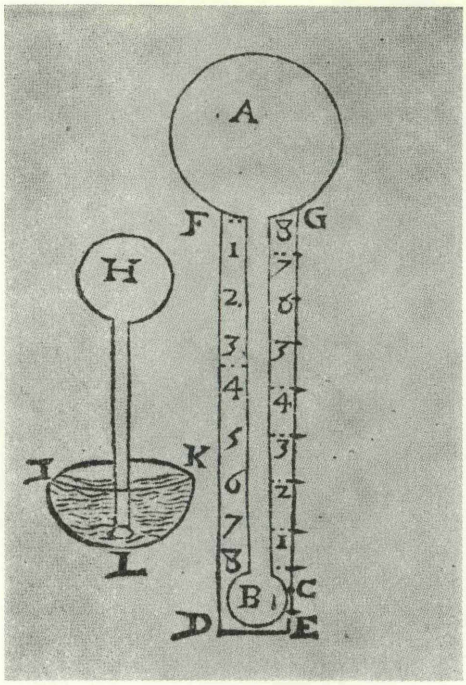


Philon från Bysans, en tekniker av den alexandrinska skolan, har beskrivit följande försök, till vilket han antagligen fått idén från Heron från Alexandria. Röret E är med sin ena skänkel gastätt förenat med den ihåliga blykulan A, den andra skänkeln mynnar ut under vattenytan i kärlet C. När solen lyser på kulan, utvidgas luften i denna, och luftblåsor lämnar rörets mynning i C. När kulan svalnar, drar sig luften samman, och vattnet tränger in i röret.

stänga munnen runt röret. Först tog läkaren, som förutsattes ha normal temperatur, kulan i munnen och noterade vid vilket skalstreck vattenpelarens yta stannade. Sedan blev det patientens tur och så såg man efter om det blev någon skillnad.

Santorio försökte också att skaffa sig några fixa punkter på sin termometerskala. Han märkte ut på glasröret var vattenpelaren stod när glaskulan värmdes i en låga och när den packades i snö. Men den skalan blev förstås alldeles för grov när det gällde att fastställa de ganska små temperaturvariationerna hos människor.

Överhuvudtaget var lufttermoskopen mycket otympliga instrument. Dessutom var de alldeles för bräckliga för att kunna användas i vardagsbruk; ingen kunde ju heller begära att Santorio eller hans kolleger skulle transportera dem med sig på sjukbesök. En av deras fel-



Galileis termoskop.

källor, lufttrycksfaktorn, kunde man eliminera när en klipsk fransman, *Jean Rey*, år 1631 kom på att man helt enkelt kunde vända upp och ned på Galileis anordning. Det var också vid ungefär samma tid som den första vätsketermometern såg dagens ljus. Den konstruerades av ingen mindre än storhertigen *Ferdinand av Toscana*, som vid sitt hov i Florens hade skickliga glasblåsare. De tillverkade utmärkta termometrar som fylldes med alkohol. Fortfarande var dessa dock otillförlitliga som exakta mätinstrument, ty kalibreringen rättades efter högsta sommarvärmen resp. lägsta vintertemperaturen. De konstrikt utsmyckade florentinska termometrarna blev därför mera kuriösa prydnadsföremål än vetenskapliga precisionsinstrument. Det hjälpte inte att de var exakt graderade från 0 till 100, ty ingen visste vad dessa tal motsvarade och dessutom växlade punkterna noll och hundra för varje säsong – och måhända också från termometer till termometer.

Under 1700-talet började naturvetenskaperna blomma upp på allvar. Fysiker och kemister kände behov av att exakt kunna bestämma temperaturer. Redan 1655 hade holländaren *Christiaan Huygens* pläderat för att man borde använda vattnets fryspunkt och kokpunkt

som termometerskalans ändpunkter, men andra förslag saknades förvisso icke. Den engelske fysikern *Robert Boyle* som sysslade med gasernas utvidgning och därtill hörande problem var också mycket intresserad av en standardiserad skala. Han rekommenderade den temperatur vid vilken anisolja fryser som lämplig utgångspunkt. Litet mera originellt var kanske ett förslag från holländaren *Dalancé* som röstade för smörets smältpunkt! Dalancé var också en särling såtillvida att han tyckte det kunde räcka med en enda fix punkt och från den räkna temperaturen uppåt eller neråt. Men intet av dessa förslag vann allmän anklang, och när den brittiska naturvetenskapens nestor *Isaac Newton* behövde mäta temperaturen var han fortfarande tvungen att för varje gång kalibrera sina termometrar genom att hålla dem i snö. Newton använde för övrigt en ganska ovanlig vätska i sina instrument, nämligen linolja.

Fahrenheits spritermometer

Det är inte omöjligt att den första mera väsentliga stabiliseringen av termometerskalorna inspirerades från medicinskt håll – nämligen från en av invärtesmedicinens allra främsta företrädare genom titerna: *Herman Boerhaave*, professor vid universitetssjukhuset i Leyden. Han samlade kring sig framstående unga läkare från hela världen, bland dem *Carl Linnaeus* om vilken vi strax skall höra mera. Boerhaave var mycket intresserad av febern som medicinskt fenomen. Han talade med sin landsman *Gabriel Daniel Fahrenheit* om en termometer som kunde duga för medicinskt bruk och som var litet mera behändig än Santorios opraktiska och tämligen otillförlitliga instrument.

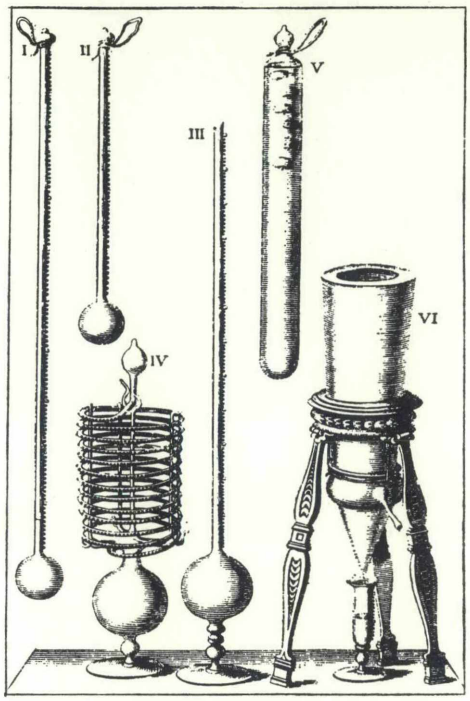
Fahrenheit var en duktig instrumentmakare. Han kom ursprungligen från Danzig och skulle egentligen ha blivit köpman. Men intresset för naturvetenskaperna blev honom övermäktigt och han studerade dem flitigt under vidsträckta resor till England och Holland. Så småningom blev han bofast i Haag och det var där som han kom i kontakt med Boerhaave. Fahrenheit konstruerade astronomiska instrument av utsökt kvalitet, men mest bekant hade han dittills blivit genom sin uppfinning areometern, det enkla men geniala lilla instrument som man använder för bestämning av en vätskas specifika vikt. I det praktiska livet använder vi sådana t.ex. när vi skall bestämma hur mycket antifrysvätska som finns i bilkylaren eller när vi skall ta reda på hur stark en alkoholblandning är. Fahrenheit ägnade sig också åt grundforskning och kunde fastställa att vattnets frys-



Santorios "instrumentum temperamentorum", använt som febertermometer.

punkt inte var en så fix punkt som man dittills hade trott: det gick att med olika manipulationer hålla vattnet flytande långt under den temperatur där det normalt omvandlas till is. Också detta är ju någonting som vi har praktisk användning för – t.ex. när vi häller salt eller salmiak i vattenledningsvattnet för att göra en köldblandning eller strör salt på vägarna under vinterhalkan.

Men Fahrenheits namn har gått till eftervärlden i form av en termometerskala. Hans skala användes fortfarande i hela den anglosachsiska världen utom i England, där man 1962 officiellt gick över till den hundragradiga skalan. Från början fastställde Fahrenheit sin nollpunkt till den kallaste temperatur som uppmättes år 1709 i Danzig, men sedermera angav han en mera bestämd och reproducerbar



Florentinska termometrar (I–IV) med gradering i form av påsmälta glaspärlor.

nollpunkt som bestämdes i en noga angiven blandning av is och salmiak – den kallaste han kunde framställa. Han nöjde sig inte med två fixpunkter utan tog till tre. Vid 32° låg alltså fryspunkten, vid 96° kroppstemperaturen hos en frisk människa och kokpunkten för vatten blev då 212°. Fahrenheits termometrar gjordes mycket precisionsmässigt och var ytterst tillförlitliga. Han var inte den förste som använde kvicksilver som termometervätska men utan tvekan den som bör ha äran av att praktiskt ha introducerat denna märkliga metall i termometrin. Fahrenheit gav sig inte förrän han fått sina instrument testade under extrema väderleksförhållanden; för att pröva dem skickade han termometrar med köpmän och skeppare till Lappland och Island.

Universalgeniet Réaumur

Det 180° långa avståndet mellan fryspunkt och kokpunkt blev litet obekvämt att räkna med. Man accepterade Fahrenheits bestämningspunkter men man ville gärna ha en annan skalindelning. 1730 införde den franske vetenskapsmannen och teknikern *René Antoine de Réaumur* en ny skala, där han graderade avståndet mellan frys- och

kokpunkt i endast 80 streck. Réaumur var en av sin tids lärdaste män och han gjorde stora insatser även utanför termometrin och fysiken. Redan som student vid Sorbonneuniversitetet var han så lärd att han blev invald i franska vetenskapsakademin, närmast efter en avhandling om geometriska problem. Akademin nöjde sig inte med det ärofulla invalet, den gav honom dessutom i uppdrag att vara redaktör för dess stora encyklopedi om fysik och teknik; det blev också hans stora livsuppgift. Men Réaumur fick tid över till mycket annat. Han publicerade nya praktiska metoder för järnhantering och ståltillverkning och han uppfann en metod att framställa ogenomskinligt glas – mjölkglas kallades länge för Réaumurglas. Det var inte hans enda insats för glasindustrin: han införde flera tekniska förbättringar i glastillverkningsprocessen som fick praktisk betydelse. Han återupplivade också en gammal metod att framställa purpurfärg ur havssnäckor, han framställde guldtråd och han tillverkade vattenfast papper. Men han var inte bara tekniker utan också biolog. Han skrev ett standardverk om insekter, han studerade darrockans elektriska urladdningar och rovfåglarnas matsmältning, nybildningen av kräftans extremiteter och hur pärlorna bildas i musslorna. Han var också långt före sin tid när han sysslade med konstgjord befruktning av fågelägg. Det dröjde ända till tjugo år efter hans död innan eftervärlden hann med att sammanställa alla hans anteckningar och skrifter, men så hade Réaumur också varit sysselsatt med teknik och vetenskap i nästan jämnt sextio år av idogt arbete.

Centigrader och Celsius

Vem som egentligen bör få äran av den hundragradiga skalan är faktiskt inte riktigt klarlagt. Redan storhertigens termometrar från Florens var ju graderade i hundra skaldelar. Den svenske vetenskapsmannen *Anders Celsius* har ju gått till historien som den moderna 100°-iga skalans upphovsman och det är c:et i hans namn som står på termometrarna, även om man i den lärda världen numera helst vill tolka c:et som första bokstaven i ordet centigrader – vilket ju helt enkelt betyder hundra grader. Men om Celsius egentligen är den som bör kommas ihåg i första rummet råder det delade meningar om.

Carl Linnaeus till exempel ansåg själv att det var han som fann på centigradsskalan. När han vistades i Leyden som Boerhaaves underläkare lärde han känna Fahrenheit. Han bör ha haft livliga diskussioner med denne om temperaturmätning. För Linnaeus' del var det särskilt viktigt att kunna mäta nattfrost som ju är av stor betydelse

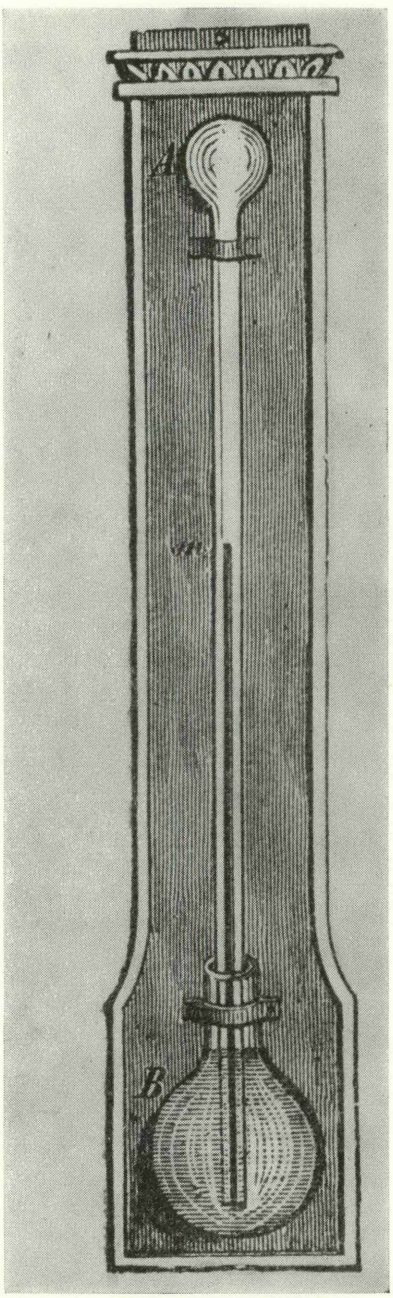
för många växters liv och utveckling – redan vid denna tid var den unge svensken framstående botanist och flitigt verksam i Leydens Hortus Botanicus, där än i dag en byst erinrar om honom. I en botanisk skrift som Linnaeus 1737 gav ut i Amsterdam finns det också en bild av en termometer med en skala som löper från –100° till +100° och där man kan anta att nollan i mitten anger vattnets fryspunkt. När Linnaeus sedermera kom hem till Uppsala beställde han en hundragradig termometer som tillverkades av universitetets skicklige instrumentmakare Ekström. Den var också enligt Linnaeus' belåtna utlåtande "flingande braf gjorder".

Ekströms termometer var graderad som våra dagars, dvs. med nollan i botten och hundragradersstrecket uppåt. Den kom till år 1745, ett årtal av betydelse när man diskuterar Linnaeus' och Celsius' insatser. Någon gång 1740 eller möjligen 1741 hade Anders Celsius själv tillverkat en termometer som också hade hundragradig skala, men där fryspunkten kallades för hundra och kokpunkten för noll. Linnaeus vände alltså helt enkelt upp och ner på Celsius' skala, och därvid fick det förbliva. En äkta Celsiustermometer finns f.ö. ännu bevarad på Meteorologiska Institutionen i Uppsala.

Anders Celsius' (1701–1744) huvudintresse var annars fysiken i vidare bemärkelse eller dess delvetenskap värmeläran. Han var astronom. Både hans farfar och far var professorer i astronomi och Anders vansläktades förvisso icke: redan vid tio års ålder var det hans käraste nöje att syssla med matematiska problem. Det brukar ju glädja och smickra föräldrar om barnen vill ägna sig åt deras yrke, men så var det inte i professorsfamiljen Celsius. Man ville mycket hellre att unge Anders skulle läsa juridik; det ansågs som ett betydligt säkrare och bättre levebröd. Anders Celsius började också mycket riktigt med juridiska studier, men det stod han inte ut med länge. Tillsammans med juristkamraten *Samuel Klingenstierna* gjorde han till sist uppror och ägnade sig i stället åt matematiken. Där klarade han sig så bra att han blev lärare i matematik och så småningom blev han också professor i astronomi i Uppsala. Klingenstierna blev också en framstående man: matematikprofessor i Uppsala. Det var han som uppfann den akromatiska linsen och han angav också en genial metod att beräkna π.

Celsius blev docent på en avhandling om månens kretslopp, han konstruerade en dykarklocka som fungerade utmärkt, han odlade mullbär och ananas i sin trädgård och han tjänstgjorde som kapten-

mekanikus vid fortifikationen. Man försökte först inrätta en professur i fysik till honom, men det lyckades inte. I den vevan var han ett tag så besviken att han t.o.m. funderade på att söka en ledig professur i poesi, bara för att kunna försörja sig. Det var inte så stor



Ordet termometer lär första gången förekomma i en 1624 utkommen bok och användes där om ett instrument som Cornelius Drebbel i Holland konstruerat.

skillnad på ämnen och fakulteter på den tiden . . . Det var faktiskt så att när astronomiprofessuren blev ledig, så tog han den i ren desperation.

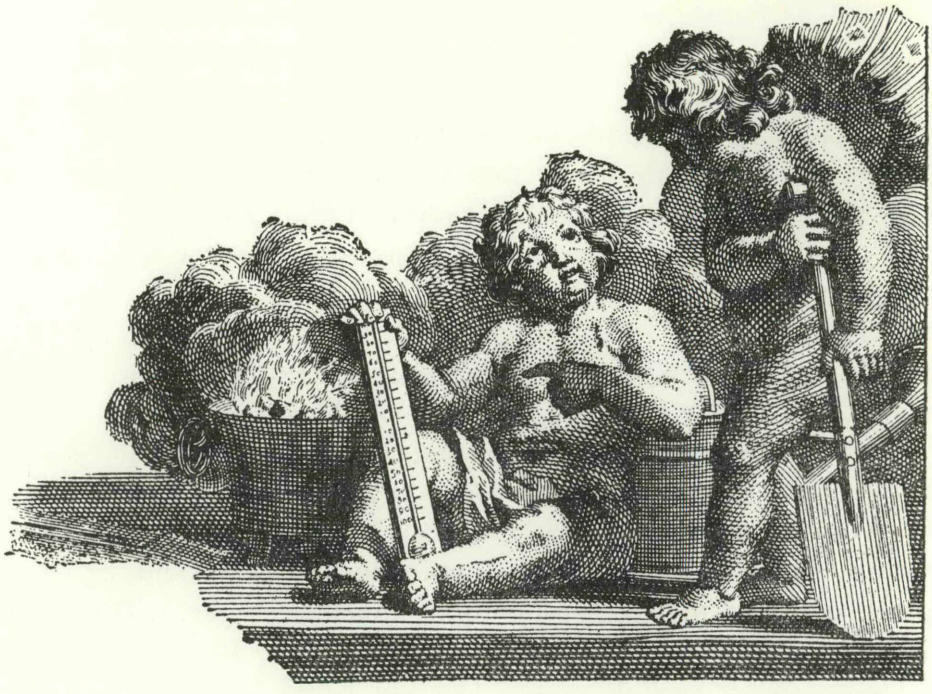
Den föga efterlängtade men mer eller mindre påtvingade befattningen hindrade dock inte Anders Celsius från att bli en framstående man i sitt nya ämne. Men först hade han klart för sig att han själv måste lära sig astronomin och det tyckte universitetet också. Celsius fick nämligen på statens bekostnad ge sig ut på en lång resa för att studera hos tidens auktoriteter på området. Färden ställdes till Nürnberg, Bologna och Rom (där han faktiskt en tid bodde hos själve påven i Quirinalen), och hemfärden gick via Paris och London.

Sin stora insats inom astronomin gjorde Celsius när han blev deltagare i ett internationellt projekt som bevisade att jorden faktiskt var tillplattad mot polerna. Det var nämligen en stridsfråga som häftigt debatterades av lärda män. Bevisningen kunde göras på grundvalen av mycket noggranna vinkelmätningar i Tornedalen; det var en fransk-svensk expedition som klarade av uppgiften under svåra strapatser en kall vinter. Det var också Celsius som ordnade med att Uppsala fick sitt första astronomiska observatorium – tyvärr blev det i längden oanvändbart, eftersom de nya domkyrkotornen kom i vägen. En mera bestående insats var stiftandet av svenska vetenskapsakademin; modellen var Royal Society som Celsius ofta hade besökt under sin londonsejour. Anders Celsius var en flitig eldsjäl som inte sparade sitt krut. Han var också bara 43 år gammal när lungsoten tog honom.

Medicinens mest använda diagnosinstrument

Febertermometern har blivit läkekonstens mest utnyttjade instrument. Det var alltså Boerhaave som inspirerade Fahrenheit och Boerhaave var också en av de första läkare som regelbundet lät kontrollera temperaturen på sina patienter på det akademiska sjukhuset i Leyden. Det påstås emellertid att patienterna var ytterst litet trakterade av denna hemska undersökning – de var helt enkelt rädda för instrumentet!

Boerhaaves läror fördes vidare av hans lärjungar bland vilka fanns åtskilliga som skulle bli pionjärer inom sina respektive hemländers medicinalväsen: bra exempel är t.ex. *Gerhard van Swieten,* som blev ett slags generaldirektör för medicinalstyrelsen i Österrike och Maria Theresias livmedikus, och vår egen Carl Linnaeus, som ju satt på professorsstolen i medicin, innan han bytte den mot Nils Rosén von Ro-



Titelvinjetten till Linnés "Hortus Cliffortianus", som beskriver en märklig botanisk trädgård i Holland, visar en putto med en termometer i handen. Termometern är graderad från +100° till –100°. Den har blivit kallad Linnés termometer, men det har nyligen visats (se Lychnos 1969–70), att det sannolikt är fråga om en termometer enligt engelsmannen Fowler eller möjligen enligt dennes landsman Hales. Båda termometrarna var speciellt avsedda för trädgårdar och växthus och båda hade 100-gradig skala.

sensteins botanikprofessur. En annan framstående lärjunge var wienaren de Haen. Det är i dennes femton band tjocka verk *Ratio medendi* som det för första gången finns noterat att morgontemperaturen hos den friska människan ligger ungefär en halv grad lägre än kvällstemperaturen, och han visade också hur man med feberkurvans hjälp kunde bedöma och förutsäga en patients tillfrisknande. Genom att Wien blev den förnämligaste medicinska undervisningsanstalten flockades läkare från hela världen kring dess lärare och de nya rönen om feber och febertermometern fördes ut i Europa.

När man nu hade fått ett medel att kontrollera kroppstemperaturen i sin hand var det klart att man försökte utnyttja det också för att styra behandlingen. Dr *James Currie* i Liverpool hävdade sålun-

da bestämt att ju mera febrig den sjuke var, desto mera behövde han också avkylas. Han drog konsekvenserna av sina teorier och placerade sina högfebrila patienter i isvatten – en åtgärd som vi numera med bättre kunskaper i fysiologin inte finner så där alldeles lämplig. Men Currie blev i alla fall pionjär för den gren av medicinen som kallas för hypothermibehandling och som fortfarande användes i trängda lägen – även om vi nuförtiden fått mera raffinerade och framförallt mera lättkontrollerade metoder för avkylningen än upphuggna vakar i floden Mersey.

Den som dock framför alla bör ha äran av att ha gjort de mest betydelsefulla iakttagelserna om kroppstemperaturen hos sjuka människor var tysken *Karl August Wunderlich,* chef för medicinkliniken vid det stora sjukhuset i Leipzig. Wunderlich gjorde ett enormt arbete, nuförtiden nästan otänkbart utan datamaskinens hjälp. Han studerade temperaturkurvorna från mer än 100 000 patienter och publicerade sina iakttagelser 1868 i en jättemonografi. Bland hans viktigaste rön var att temperaturen hos den enskilde individen varierar inom mycket snäva gränser så länge han är frisk. Mellan motsvarande tidpunkter olika dagar skiljer bara en tiondels centigrad och detta är oberoende av om det är högsommarvärme eller vinterkyla. Wunderlich kunde också visa vilken nytta läkaren har av att i akuta fall kontrollera temperaturen med korta mellanrum dygnet runt. Detta är fortfarande en av de absolut viktigaste undersökningsmetoderna t.ex. om en patient läggs in för övervakning med misstanke på blindtarmsinflammation.

Wunderlich arbetade med vanliga termometrar, egentligen avsedda för mätning av luftens temperatur. Det var bara genom äkttysk grundlighet som han kunde nå så pass exakta resultat – men så fick också patienten ha termometern i armhålan i upp till tio minuter var gång! Fortfarande ansågs det nämligen högst opassande att mäta temperaturen i ett så skamligt organ som ändtarmen . . . Wunderlichs termometrar behövde bytas ut ganska snart, eftersom glasets egenskaper och därmed mätnoggrannheten ändrades efter en tids användning. Man skulle gärna ha unnat Wunderlich att uppleva uppfinningen av det hårda och beständiga Jenaglaset; det framställdes för första gången bara några få år efter hans död. Numera är Jenaglaset standardmaterial för febertermometrarna i hela världen.

En febertermometer av idag kostar inte mycket och ser ju också egentligen ganska enkel ut. Ändå är den resultatet av ett precisions-

arbete. Själva glasframställningen går förstås på löpande band där maskinerna spottar ut ungefär 50.000 meter glasrör i timmen. Men när man väl har röret blir det fråga om finmekanik. Om man tittar på en febertermometer ser man att det finns en liten förträngning av det inre röret i vilket kvicksilvret befinner sig ungefär där skalans gradering börjar. Denna är till för att kvicksilvret inte ohindrat skall falla tillbaka ner i termometerkulan, så att undersökaren skall få tid att i lugn och ro avläsa gradtalet. Det är just denna lilla förträngning av kanalen som kräver hantverksskicklighet, ty den måste hållas inom en mycket snäv gräns: den optimala diametern ligger nämligen vid 0.015 mm!

Det kan mycket väl hända att den gamla klassiska febertermometern snart är ett minne blott, åtminstone på sjukhusen. Det finns redan elektroniska termometrar som är betydligt mera exakta, och som dessutom ger ett korrekt mätvärde redan efter ett par sekunder. Sådana termometrar har så små mäthuvuden att de kan monteras på fina sonder och föras in i blodomloppet på lämpliga ställen. Än så länge har sådana apparaturer endast haft vetenskaplig användning, men det är inte uteslutet att de en vacker dag kan hjälpa till med att leta upp exempelvis en begränsad infektions- eller inflammationshärd någonstans i kroppen. Slutkapitlet i den kliniska temperaturmätningens historia är alltså inte färdigskrivet på länge än.

Summary

Knut Hæger, M. D., senior lecturer at the University of Lund tells the story of the thermometer from the Alexandrian school to our days and how the temperature of the human body has been measured from Santorio to Wunderlich. Some day the electronic thermometer will perhaps take the place of the clinical mercury thermometer in the hospitals, owing to its exactness, small dimensions and great adaptability.