

Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek.  
Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitised at Gothenburg University Library.  
All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text.  
This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



# FÖRSVARSMEDICIN

HÄFTE 3 JULI

1968 volym 4



ULF HEDSTRAND

*Model Studies of Artificial Ventilation in Nerve Gas Victims*

CARL HIRSCH

*Ortopedisk biomekanik*

BJÖRN AHLBORG & JOHAN BROHULT

*Liver Reaction as Manifested in Increased Activity of Ornithine Carbamoyl Transferase in Serum after Short Heavy Exercise and Prolonged Exercise in Man*

---

ABSTRACTS IN ENGLISH,  
FRENCH AND GERMAN

---

*Aktuell debatt*

*Meddelanden*

TIDSKRIFT I MILITÄR  
HÄLSOVÅRD



UTGIVEN AV  
FÖRSVARSMEDICINSKA FORSKNINGSDELEGATIONEN  
OCH FÖRSVARSMEDICINSKA SEKTIONEN INOM SMF

W

## FÖRSVARSMEDICIN

*Utgiven av:* Försvarsmedicinska forskningsdelegationen och Statens medicinska forskningsråds försvarsmedicinska sektion.

*Ansvarig utgivare:* Professor Arne Engström.

*Redaktionskommitté:* Professor C. H. Alström, docent R. Berlin, professor Gunnar Birke, generalläkare C.-J. Clemedson, professor A. Engström, professor U. S. von Euler-Chelpin, civilförsvarsöverläkare W. von Greyerz, professor B. Gustafsson, professor C. G. Hedén, arméöverläkare G. Hesselblad, överfältveterinär G. T. Krantz, flygöverläkare U. Lundberg, överste N. Palmstierna, professor R. Romanus, professor G. Ström, forskningschef B. Sörbo, avdelningschef L. E. Tammelin, marinöverläkare L. Troell, professor B. Uvnäs, försvarsövertandläkare S. G. Walden samt professor G. Ågren.

*Redaktör:* Byråöverläkare Bernt Blomquist, Försvarets sjukvårdsstyrelse, Stockholm 14.

*Biträdande redaktör:* Forskningschef Bo Sörbo, Institutionen för experimentell försvarsmedicin, FOA 1, Ursvik.

*Redaktionsutskott:* Redaktören, biträdande redaktören, civilförsvarsöverläkare W. von Greyerz, professor G. Ström, avdelningschef L. E. Tammelin samt professor B. Uvnäs.

*Tekniska frågor:* Byrådirektör Nils Grönwall, Statskontoret.

*Tidningens adress:* Försvarets sjukvårdsstyrelse, Stockholm 14.

Manuskript, förfrågningar etc skall tillställas redaktören under nyssnämnda adress.

Prenumerationspris för helår (4 nummer per volym jämte supplement) kronor 25:— insättes lämpligen på postgiro 70 77 99.

Tidningen Försvarsmedicin, Försvarets sjukvårdsstyrelse, Stockholm 14.

# FÖRSVARSMEDICIN

HÄFTE 3 JULI

1968 volym 4

## Originalartiklar

*Ulf Hedstrand*: Model Studies of Artificial Ventilation in Nerve Gas Victims . . . . .

*Carl Hirsch*: Ortopedisk biomekanik, en redovisning av mål och metoder 124

*Björn Ahlborg och Johan Brohult*: Liver Reaction as Manifested in Increased Activity of Ornithine Carbamoyl Transferase in Serum after Short Heavy Exercise and Prolonged Exercise in Man . . . . . 133

Abstracts in English, French and German . . . . . 140—141

## Aktuell debatt

*Red*: Aktuella krigsmedicinska erfarenheter . . . . . 141

## Meddelanden

*Ulf Gästrin*: Resultat från den första 3-årsperioden inom Katastrofmedicinska organisationskommittén . . . . . 148

## Tidskrift i Militär hälsovård

*Christman Ehrström*: Krigskirurgi i Nigeria . . . . . 152

# FORWARDED

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

# Model Studies of Artificial Ventilation in Nerve Gas Victims

ULF HEDSTRAND

## Sammanfattning

*En av Försvarets Forskningsanstalt framtagen resuscitator för användning vid ventilation av stridskadade i nervgaskontaminerad miljö, Clementz resuscitatorn<sup>1</sup>, har jämförts med Ruben och Dräger resuscitatorerna.*

*Clementzapparaten, som är mycket fältmässigt utformad, har goda egenskaper och då den avsetts att komprimeras med foten lämnar den båda händerna fria att hålla masken tätt. Eftersom höga insufflationstryck kan åstadkommas och resuscitatorn har stor volym fordras en ingående kännedom om hur en nervgasförgiftad person skall ventileras för att hyperinflation med cirkulationspåverkan skall undvikas.*

*Den nervgasförgiftade får antagas ha uttalade luftvägshinder, även om ren bronchokonstriktion ej är det dominerande symptomet. Ventilationsförsök med modell av nervgasförgiftad med högt luftvägsmotstånd har visat att ventilationssvårigheterna ligger mer på den expiratoriska än den inspiratoriska sidan. Redan innan luftvägsmotståndet är så högt, att insufflationssvårigheterna börjar bli begränsade för resuscitatorernas användning (på ga volyms- och tryckresurserna börjar bli otillräckliga), kommer expirationssvårigheterna att vara avgörande genom påverkan på cirkulationen. Den ovane ventilatören har nämligen tendens att använda för hög andningsfrekvens, som ej ger tillräckligt lång expirationstid, vilket resulterar i hyperinflation och stigande intrathorakalt medeltryck vilket kan leda till grav cirkulationspåverkan. Det synes således som ventilatörens observans och erfarenhet av konstgjord andning är av stor betydelse förutom resuscitatorernas utförande. Olika sätt att underlätta expirationen diskuteras även.*

## Introduction

There appears to be no information in the literature concerning the ventilatory treatment of nerve gas victims from periods of war. Neither are any public reports available on the effect of nerve gas exposure on volunteers. Practical experience of the symptoms and treatment of nerve gas victims is thus limited only to accidents with nerve gases or insecticides.

Whittenberger (1962) reported two cases of Parathion intoxication and one case of intoxication by Sarin. The symptoms were essentially the same in these three severe cases. They began with convulsions followed by unconsciousness, with cyanosis and frothy sputum from copious amounts of tenacious secretions. Breathing was laboured with râles and rhonchi and a mainly inspiratory stridor until a flaccid paralysis led to apnoea. In the Sarin case, notes were given on artificial respiration. It was stated that the Emer-

son portable ventilator cycled normally as long as the secretion could be removed (which was extremely difficult), but as the secretion reaccumulated the ventilation was not adequate despite replacement of the ventilator by intermittent positive pressure respiration, using a face mask and manual compression of a breathing bag. The Sarin patient showed initial hypotension.

In this paper the problems of ventilation will be discussed, and the hypotensive effect of the nerve gas will be considered; all other circumstances such as the general action of the nerve gas and the effect of coexisting war injuries will be disregarded. This hypotension, due to peripheral vasodilatation and decreased performance of the heart, puts the patient in a poor condition to meet the side effects of artificial ventilation, which are mainly circulatory. These side effects will be discussed further below.

<sup>1</sup> Konstruerad av Ing P. Clementz, FOA, Ursvik, Sverige. Patent: 2 04 460.

## Pathophysiology of airway obstruction in nerve gas poisoning

The main problem of ventilation will be that of airway obstruction<sup>1</sup>, which has several causes. One is pure bronchospasm. The degree of bronchospasm in man is not fully known (Holmstedt 1959). Bronchospasm and laryngospasm have been observed in cases of nerve gas accidents. In experimental animals bronchospasm occurs in varying degrees, and is most pronounced in dogs. The degree of spasm seems to be related to the amount of peribronchial smooth muscle. Bronchospasm will probably be more severe in persons with asthmatic disease.

Airway obstruction will be increased further by the profuse secretions and by regurgitated stomach contents. The secretions are difficult to remove owing to their tenacity and also because of facial muscle spasms. The muscle spasms and convulsions themselves will augment further the obstruction to insufflation. Also, as is well known, obstruction may be caused by falling back of the tongue when the unconscious patient is lying on his back.

## Complications arising from intermittent positive pressure ventilation with high pressures

The increased airway obstruction will necessitate high insufflation pressures in order to attain sufficient alveolar ventilation. Some possible complications resulting from this must be kept in mind:

1. Insufflation of air into the stomach. Ruben (1961) has shown that the cardia and pharynx act as a valve that opens at a pressure of about 25 cm water, or, if the larynx is forcefully compressed, at about 50 cm water.

2. It must be realized that high insufflation pressure in combination with large insufflated volumes may cause alveolar rupture. This may

occur if the distribution is markedly uneven and most of the volume is passed into a small part of the alveolar space. However, we have disregarded this as a reason for limiting the maximal insufflation pressure of resuscitators, since the insufflation pressure will be greatly reduced when the volume reaches the alveoli, using ordinary bag volumes of about one litre.

3. It must be stressed, finally, that excessive leakage between mask and face may occur when using high insufflation pressures, resulting in inadequate alveolar ventilation. This may be due to difficult anatomical conditions of the face as in elderly people, or inability of the operator to hold the mask on tightly. Hedstrand (1965) found that leakage started at a pressure of about 65 cm water when the mask was held on with one hand, and at a pressure of about 130 cm water when both hands were used. The same results were obtained both with an ordinary Everseal mask (with inwardly turned flap) and when a mask with an inflated cuff was used.

## Description of the tested resuscitators and comparison of their physical characteristics

Six different resuscitators were studied in a previous investigation (Hedstrand 1965). The mechanical features of the Clementz, Ruben and Dräger resuscitators noted in that investigation are given in Table I as a background for further comparison between them.

The Ruben and Dräger resuscitators are well known (Ruben 1958). The rubber of the Dräger bag is nonelastic. The walls of the Ruben bag are so constructed that the bag expands at a pressure exceeding 70–80 cm water.

The Clementz resuscitator (Fig 1) consists of a fairly rigid bag of hard (natural) rubber. It has been made flat on one side so that it will lie steadily on the ground when compressed. It has an oxygen inlet on one side. At one end it is firmly closed around a gas filter by a steel lock. The gas filter can be turned to serve as a stopper when the non rebreathing valve, hose and face mask are kept inside the bag during transport. The apparatus can be carried over the shoulder by a strap.



Figure 1. The Clementz resuscitator.

<sup>1</sup> The expression "airway obstruction" is used in this paper in a general sense to mean the obstruction to breathing from both purely obstructive and restrictive factors.

## Tests performed with a model lung

The three resuscitators have been tested with the gas filter placed between the bag and the non rebreathing valve by ventilating a simple model lung (a 35 litre glass bottle). With the gas filter in this position air is easily forced through it by manual compression. If the filter is placed behind the bag it will prevent the bag from rapid refilling after compression. For results of the tests, see Table I. By the expression "self-limited minutes volume" is meant the minute volume attained when the bag is compressed immediately after refilling.

The Dräger and Clementz resuscitators can give a high insufflation pressure because of their nonelastic rubber bags. With the Ruben apparatus the pressure is limited by the expansion of the rubber. The Ruben and Dräger resuscitators permit a shaded and smooth ventilation since they are compressed by hand. They cause great fatigue of the operator's hand, however, after 10–15 minutes' ventilation against high resistance. The Clementz apparatus is not at all tiring to use when compressed with the foot or hand against the ground. It is not intended to be used with compression by hand.

## Tests performed with a model of high airway resistance

Further investigations have been carried out to compare the Clementz and Ruben ventilators — representing two different types of resuscitators. The Clementz apparatus can deliver high insufflation pressures by foot compression, holding the mask with both hands. The Ruben apparatus, on the other hand, has a limited insufflation pressure when compressed with one hand because of its elastic rubber.

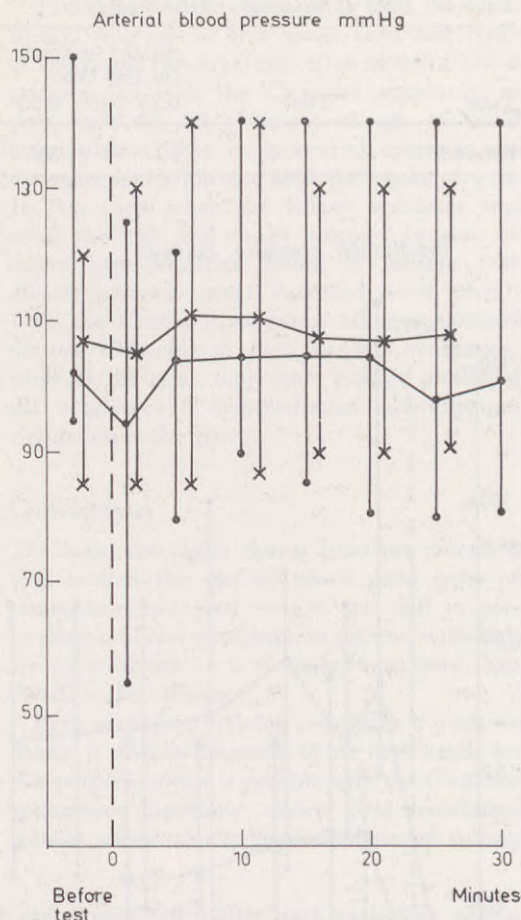


Figure 2. Arterial blood pressure before and during artificial ventilation against high airway resistance, with a tight connection.

Clementz ( $n=8$ ) Mean ●——● Range |  
 Ruben ( $n=6$ ) Mean x——x Range |  
 x = the three cases interrupted because of blood pressure fall (Clementz apparatus).

Table I. Mechanical features of the Clementz, Ruben and Dräger resuscitators.

Type of ventilator	Tidal volume l	Self-limited min. volume l/min ( ) = at frequency of	Maximal min. volume l/min	Maximal insufflation pressure cm H <sub>2</sub> O
Clementz, hand compression	1.2 (1–40)	50 (40)	60 (60)	210
Clementz, foot compression	1.3 (1–50)	65 (60)	70 (60)	245
Ruben	1.1 (1–30)	32 (30)	44 (50)	80
Dräger	0.9 (1–50)	42 (50)	44 (60)	220

Table II. Data of the small endotracheal tube.

Tube	Flow	Airway resistance cm H <sub>2</sub> O l/sec			Inner diameter mm	Length cm
		0.25	0.50	0.75 l/sec		
Kifa 4.0		10	34	78	4.0	16

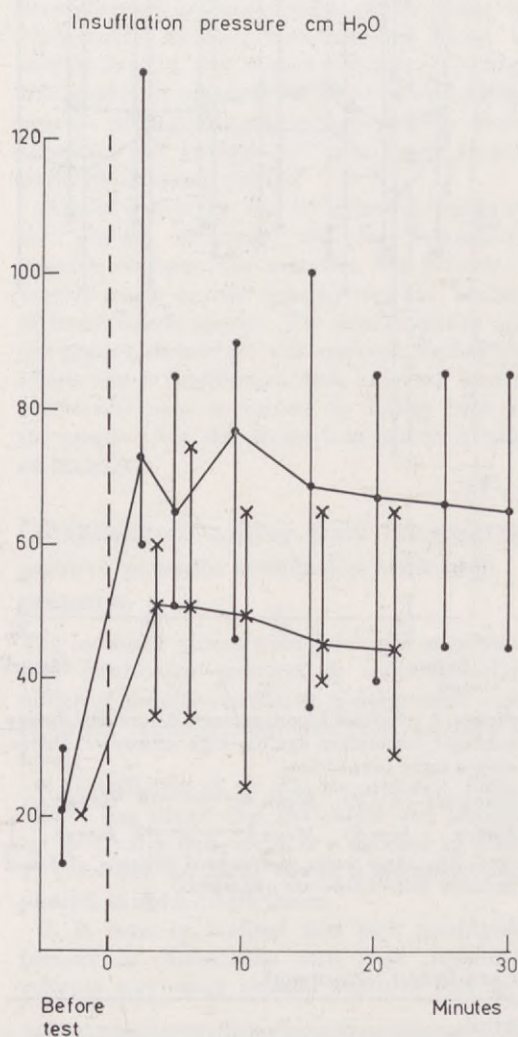


Fig. 3

Figure 3. Insufflation pressure before and during artificial ventilation against high airway resistance with a tight connection.

Clementz (n=8) Mean ● — ● Range | ●  
 Ruben (n=6) Mean X — X Range | X

The model needed for testing these two resuscitators had to have a critically high airway resistance in order to demonstrate whether one of the ventilators was more suitable for use under these circumstances. Both resuscitators are well suited for ventilating lungs with fairly abnormal mechanical properties. Human experiments with controlled nerve gas poisoning cannot be carried out. Bronchospasm provoked by histamine aerosol in healthy volunteers cannot be of sufficient degree for our purpose without the accompaniment of disturbing generalised symptoms (Hedstrand 1965).

The safest and simplest way to simulate the airway obstruction, the leakage between face and mask and the muscle paralysis of the nerve gas victim is to insert a narrow endotracheal tube into the normal endotracheal tube of a patient prepared for anaesthesia with muscle relaxant drugs. The airway resistance produced by the small endotracheal tube is given in Table II. The patients were ventilated by members of the staff of the anaesthetic department for 20 minutes with each resuscitator. An arterial blood sample was taken before and immediately after this period to estimate the alveolar ventilation. Arterial and insufflation pressures were recorded.

## Results

Two series of experiments were performed. In the first series the ventilators were connected directly and air-tightly to the narrow endotracheal tube to show the effect of the ventilatory pattern on the circulation, effects of leakage thus being excluded.

All persons operating the ventilators were able to maintain normal alveolar ventilation. The arterial pCO<sub>2</sub> was 39 mm Hg, on the average, with both ventilators. With the Clementz apparatus there was a tendency to produce hyperinflation and increased mean intrathoracic pressure. The blood pressure fell in 5 out of 8 cases (Fig 2), and in 3 of these this reduction was so

severe that the test had to be discontinued. These blood pressure falls all occurred at the beginning of the ventilation period when the insufflation pressures were very high (Fig 3) or when the ratio of inspiratory to expiratory time was close to one. Operators who were aware of the importance of a long expiratory time did not produce these blood pressure falls. This hyperinflation and blood pressure fall was not seen with the Ruben ventilator (see Figs 2 and 3).

In the *second series* a face mask was placed over the narrow tube to evaluate the influence of leakage between face and mask on the adequacy of the ventilation. Two groups of operators took part in this test: one inexperienced (student nurses and medical students) and one experienced (anaesthetists). The results of the blood gas tests can be seen in Table III. In this case also, using a mask, the alveolar ventilation was within normal limits for the group as a whole. The mean arterial  $p\text{CO}_2$  was 41.5 mm Hg for the Ruben ventilator and 36 mm Hg for the Clementz ventilator.

In this second test also, the influence of the design of the ventilator on the result can be seen. The main purpose here, however, was to show the importance of familiarity of the operator with the optimal ventilatory pattern to be applied in these cases and of holding the mask tightly against the face.

The trained staff were able to hold the mask firmly, using one or both hands, with both types of ventilator. However, they often caused a blood pressure fall with the Clementz apparatus, as they were not all observant enough to avoid hyperinflation. The inexperienced operators, on the other hand, did not hold the masks so well. In two cases when the Ruben ventilator was used, the test had to be stopped because of severe hypoventilation owing to leakage (the minute volumes never exceeded 1–2 litres). With the Clementz apparatus all inexperienced persons were able to give adequate ventilation, while at the same time some leakage prevented the occurrence of hyperinflation and impaired circulation in this group.

### Conclusions

The main conclusion drawn from the described tests is that the way in which good types of resuscitators are used — i.e. the skill in performing artificial ventilation in patients with high airway resistance — is of more importance than details in their design.

Even with good training in holding a mask on firmly, it may be necessary to use both hands for this purpose, which is possible with the Clementz apparatus. Especially under field conditions without access to experienced personnel it may

Table III. Partial pressure of carbon dioxide ( $p\text{CO}_2$ ) and oxygen ( $p\text{O}_2$ ) after mask ventilation against high airway resistance with the Clementz and Ruben resuscitators. Operators 1–8 are experienced, and 9–15 inexperienced.

Operator	Clementz		Ruben	
	$p\text{CO}_2$ mm Hg	$p\text{O}_2$ mm Hg	$p\text{CO}_2$ mm Hg	$p\text{O}_2$ mm Hg
1	31	115	38	110
2	blood pressure fall		34.5	95
3	blood pressure fall		56	78
4	48	88	56	92
5	45.5	89	49	87
6	31	85	31	110
7	42	86	47.5	76
8	blood pressure fall		40	97
9	53	78	hypoventilation	
10	34.5	86	43	97
11	24	105	35	97
12	31	84	39	76
13	37	—	hypoventilation	
14	26.5	105	30	105
15	31.5	90	41	62
Mean	36	90	41.5	91

Table IV. Intrathoracic mean pressure, expired tidal volume and expired mean flow with and without manual chest compression.

	Frequency		Intrathoracic mean pressure cm H <sub>2</sub> O		Expired tidal volume l ATPS		Expiratory flow l/sec		%
	With	Without	With	Without	With	Without	With	Without	
1	10.3	10.9	17	16	0.46	0.49	0.136	0.149	+ 9.5
2	13.0	13.0	23	23	0.40	0.47	0.15	0.17	+13.5
3	13.4	13.6	23	23	0.45	0.50	0.16	0.18	+ 9.2
Mean			21	20.5	0.44	0.49	0.15	0.17	+10.7

be an advantage to use self-inflating bags which are constructed for compression by foot so that both hands are free for holding the mask. Under these circumstances, however, the person operating the ventilator must be very careful to observe that the expiration time is long enough to avoid hyperinflation. Since a fall in blood pressure due to hyperinflation is the most dangerous complication — and that which occurs most rapidly — the Clementz resuscitator has been furnished, as a result of these tests, with a pressure excess valve. This valve has two settings that allow it to open at pressures of about 25 and 70 cm water. The highest setting should be used when ventilating victims with severe airway obstruction.

#### Different ways of improving expiration

As always when giving artificial ventilation the problem is to deliver adequate ventilation with a minimum of deleterious effect on the circulation. This is more difficult when the airway resistance is high. As the problem of ventilation in the cases discussed above seems to be more on the expiratory side than on the inspiratory, different ways of improving expiration will be discussed briefly.

Mistakopoulos (1961) applied pressure intrapleurally during expiration on test animals with induced bronchospasm. He inserted cannulas into the intrapleural space and connected them to a pump. This method is hardly applicable in man.

The use of a negative pressure in the airway during expiration has been much discussed. Opinions differ about its value. Some decrease in mean intrathoracic pressure will occur and — through small — will have a beneficial influence on the circulation. The influence on expiratory

flow, on the other hand, may be harmful rather than beneficial, since it increases the transmural pressure of the bronchi and may cause "air trapping" in the same way as does an excessive positive pressure in spontaneous ventilation. This phenomenon must, however, have a "dose-response" relationship, and a low end-expiratory negative pressure is probably not harmful but of limited value for increasing expiratory flow.

The elastic recoil of the lungs and thorax can be increased. One way is to apply a rubber belt around the chest. This is a doubtful method, however, as any spontaneous inspiration will be obstructed. The expiratory force can be increased manually by compression of the chest at the end of expiration. The intrathoracic pressure will increase during the compression period but the end-expiratory pressure will be reduced somewhat compared to the end-expiratory pressure when compression is not applied. This reduction in intrathoracic pressure is simply due to a decrease in hyperinflation (lower functional residual volume). These conclusions were checked in three cases with registration of expiratory volume, expiratory flow and intrathoracic pressure beyond the narrow tube of the test model.

From Table IV it can be seen that the mean intrathoracic pressure remained the same but the expiratory mean flow increased by 10% when chest compression was applied. As long as the applied pressure produces an increased flow it is not deleterious. If it does not, the intrathoracic mean pressure will be raised with impaired circulation as a result. This method can, however, be recommended if used carefully. It is used in clinical work to decrease the hyperinflation of severely asthmatic patients.

The most important method, which is used routinely when ventilating patients with high airway resistance, is to start the next inspiration before expiration is completed. This gives a certain hyperinflation, and the tissues of the lungs and thorax are stretched and a higher recoil is exerted.

It must always be remembered, however, that the improvement of expiration is obtained at the expense of circulatory embarrassment. These are caused by increased resistance in the pulmonary vascular bed due to "pulmonary inflow occlusion block" from increased mean intra-alveolar pressure (hyperinflation) and/or reduced venous return to the heart.

### References

1. CLEMENTZ, P. Anordning för konstgjord andning. Patent och registreringsverket. Patent 204460, 17.5.1966.
2. HEDSTRAND, U. Undersökningar av apparat för konstgjord andning av nervgasförgiftade i nervgaskontaminerad miljö. FOA 1 Interna Rapport C 1128-F100, 1965.
3. HEDSTRAND, U. Fortsatta undersökningar över konstgjord andning av stridsskadade i nervgaskontaminerad miljö. Ventilationsförsök med artificiellt ökat luftvägsmotstånd. FOA 1, Intern Rapport C 1225-38, 1966.
4. HOLMSTEDT, B. Pharmacology of organophosphorus cholinesterase inhibitors. *Pharm. Rev.* 11, 623, 1959.
5. MISTAKOPOULOS, N. F. Treatment of experimentally induced bronchospasm by air and oxygen massage of the lungs. *Brit. Med. Journal* 14, 989, 1961.
6. RUBEN, H. Gastric inflation to airway pressure. *Acta Anaesth. Scand.* 5, 107, 1961.
7. RUBEN, H. Combination resuscitator and aspirator. *Anaesthesiology* 19, 408, 1958.
8. WHITTENBERGER, J. L. Artificial respiration. New York, 1962.

This work has been supported by the Delegation for Applied Medical Defense Research (Project No. 64/65:11 and 35/67) and Swedish National Association against Heart and Chest Diseases

Doktor Ulf Hedstrand  
Anestesiavdelningen  
Akademiska sjukhuset  
Uppsala

# Ortopedisk biomekanik

*En redovisning av mål och metoder*

CARL HIRSCH

## Sammanfattning

*Rörelseorganen består till stor del av kollagena strukturer, stödjevvnader vars väsentligaste uppgift är att fylla en mekanisk funktion. Skador uppstår när krafterna överskrider materialets hållfasthet. Sjukdomar kan förändra vävnadernas fysikaliska egenskaper. Rekonstruktiv ortopedisk kirurgi konfronteras ofta med problem, där hänsyn måste tagas till kollagenets mekaniska egenskaper.*

*I föreliggande presentation redovisas några av de metoder med vilka kraftspelet i framför allt höftled och ländrygg registrerats. Eftersom dessa organ är uppbyggda av bl a ben, brosk, ledkapslar, ligament och senor förutsätter tolkningen av krafternas inverkan på sådana avsnitt även kunskaper om de enskilda materialens engagemang. Därför har också försök gjorts att bestämma olika kollagena vävnaders fysikaliska materialegenskaper.*

*Kollagena vävnader uppvisar viskoelastiska beteenden som kan beskrivas med rheologiska symboler och korreleras till materialets morfologiska och kemiska struktur.*

*Avsikten med dessa arbeten är att försöka vidga det terapeutiska underlaget för den del av den ortopediska kirurgin, där hållfasthetsproblem är essentiella.*

## Kliniska frågeställningar

Ortopedisk kirurgi möter i det praktiska arbetet ett allt mer uppenbart behov av att utveckla eller förbättra den operativa tekniken, så att funktionen kan bibehållas i av olika anledningar skadade leder. Frekvensen av tillstånd, där sådana åtgärder är önskvärda, har ökat. De traumatiska fallen tilltar främst tack vare motorismen och drabbar i hög grad unga människor. Antalet åldringar stiger och deras skelett visar en minskad tolerans mot mekaniska påfrestningar, geriatriska frakturer blir därför fler. Degenerativa förändringar i leder (arthros) blir också vanligare genom populationens åldersförskjutning och medför ofta invalidiserande tillstånd. Genom den kirurgiska teknikens utveckling har riskerna vid stora operativa ingrepp väsentligt minskat och därmed har också möjligheterna att avlägsna stora tumörområden öppnat ett fält för rekonstruktiv problematik. Rheumatiska arthritter representerar ännu en sjukdomsgrupp, där önskan att i avancerade stadier ersätta förstörd vävnad lockat till nya uppslag.

Även om man beträffande alla ovannämnda kliniska begrepp måste eftersträva en profylax är

det realistiskt att jämsides därmed också ha en terapeutisk målsättning, som ser som sin uppgift att restituera eller ersätta patologiskt förändrade sektorer inom rörelseapparaten.

Länge präglades det operationstekniska handlandet av konsten att avlägsna organ eller organ-delar. För ortopedins del var det synonymt med resektion eller med amputation. Rekonstruktiv ortopedisk kirurgi har emellertid också gamla anor. Tidigt uppfattade man skelettet med dess tillhörande komponenter, senor, ligament, kapslar och muskulatur som mekaniskt ändamålsenliga. Många är också de försök, som gjorts att beskriva sambandet mellan anatomisk form och funktion. Det låg nära till hands att där av olika anledningar störningar inträdde försöka ändra det mekaniska verkningssättet. Till väsentliga delar karaktäriseras idag den ortopediska kirurgin av åtgärder, som omfördelar kraftöverföringen. Elimination eller transposition av muskelkrafter, osteotomier och arthrodeser hör till några av de vanligaste typoperationerna. Det ligger mycken erfarenhet bakom dessa former av ortopedisk kirurgi och den kliniska effekten av denna rekonstruktiva verksamhet kan vi idag inte vara utan.

Om en åtgärd har åsyftad effekt fyller den sitt ändamål och har därigenom sannolikt ett biologiskt underlag värt att lägga till grund för vidare bearbetning. Många av de ingrepp, som praktiseras, ges som regel en mekanisk tolkning. Tiden är kanske nu mer än tidigare mogen att locka oss till att skaffa direkt kvalitativt och kvantitativt registrerbar information om vad som egentligen händer både i normala och förändrade skelettsystem. Den tekniska utvecklingen har på kort tid givit oss utrustning, som väl låter sig användas i biologiska sammanhang.

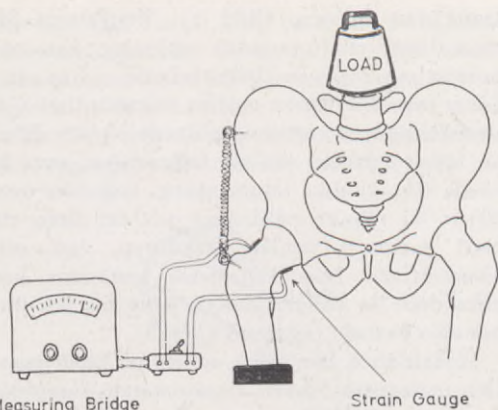
### Biomekaniska frågeställningar

Uppenbarligen skulle vi ha nytta av att veta hur stora krafter, som verkar i leddsystem, hur de varierar under olika former av aktivitet, hur dessa anatomiska systems olika materialkomponenter beter sig vid mekaniska påkänningar, var toleransgränserna ligger etc. Erfarenheterna från det dagliga kliniska arbetet erbjuder inga svårigheter att finna frågeställningar. När stora våld överskrider kollagenets hållfasthet får vi frakturer och mjukdelsskador. Hur skall vi då skydda oss? De stora hastigheterna ger mer komplicerade lesioner. Vilka säkerhetsmarginaler måste vi därför ha? Varför är hos geriatriskt klientel vissa områden, t ex lårbenshalsen så vulnerabel? Beror det på sämre materialegenskaper eller på reducerad mängd skelettmaterial? När broskbeklädnaden med stigande ålder undergår regressiva förändringar uppstår en serie av peri- och subchondrala reaktioner. Vissa av dessa är så smärtsamma och rörelsehämmande att patienten får svårigheter att förflytta sig. Vad har brosket för fysikaliska egenskaper, som så förändras att det leder till arthros?

Vi räknar med att i en nära framtid företa långa färder till andra planeter. Finns det risk för att den inaktivitet, som fixationen under transporten kräver ger skador i det kollagena skelettsystemet och vilka biomekaniska problem möter oss i miljöer, där gravitationsförhållandena är annorlunda?

### Experimentell problematik

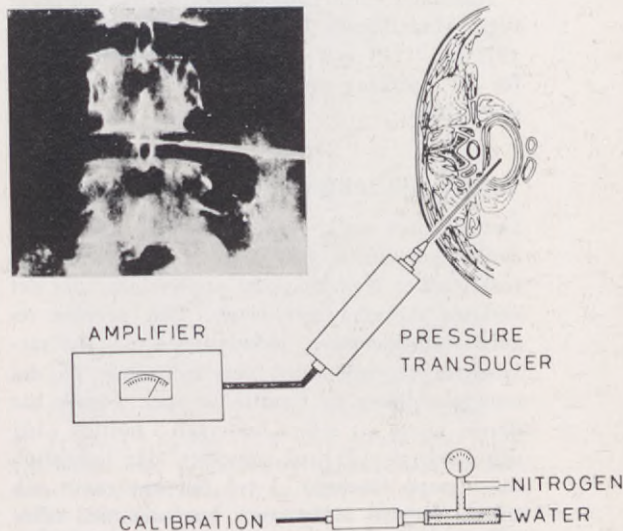
I många biologiska sammanhang är djurförsök lämpliga förstadiet för klinisk information. Så är givetvis även fallet beträffande flera av de frågeställningar, som ovan berörs. Skillnader i



Figur 1. Skiss av modellförsök på sektionmaterial. Trådtöjningsgivare har limmats till collum femoris. Muskulaturen har ersatts med fjädrar vars spänning kan varieras (på bilden är endast gluteus medius markerad). Kroppsvikten har lagts på L. 5. Rörelser i collum femoris kortikala ytskikt registreras på mätbryggan.

form och funktion är emellertid för rörelseorganens del ofta så stora att skäl ansetts föreligga att i stället försöka utgå från modellförsök utförda på färskt sektionmaterial. Detta ställningstagande har baserats på önskvärdheten att söka efter en mätteknik, som skulle reproducera alldeles specifika kliniska problem.

Det går att fästa trådtöjningsgivare på collum femoris corticala ytor sedan höftleden tillvara-



Figur 2. En kanyl har införts i en lumbal disk och det intradiskala trycket mätes.

tagits post mortem (Bild 1). Simulatorer för muskulatur med varierbar spänning kan anbringas och regionen ifråga belastas via sacrum. Låter man kraftspelet mellan stigande last och »muskelspänning» göra sig gällande på övre delen av femur erhålles alla de frakturtyper, som är kända från kliniska sammanhang. Individer över 60 år tål mindre påkänning och det finns ett klart samband mellan frakturtyp, last och »muskelsvar». Man kan också bestämma hur olika delar av collum femoris corticalis och trabekulära element engageras (1, 4, 5).

Modellförsök har också utförts på ländryggar. Den anatomiska formen, muskulaturens komplexa anordning, förekomsten av alltför många olika strukturelement gav anledning till andra sätt att registrera deformationer i vissa utvalda skelettområden (Bild 2). I intervertebralskivorna infördes kanyler med små polyetylenöverklädda öppningar. Kanylen som var slutet i sin inre del fylldes med fysiologisk koksaltlösning. Då membranen reagerade för diskens inre tryck avlästes vätskeförskjutningarna i kanylen via tryckreceptorer på mätbryggor (12). Diskarnas och kotkropparnas deformation kartlades också med för ändamålet tillverkade extensometrar (15). Med bägge dessa mätmetoder kunde bevisas att ländryggen bildar ett flexibelt system, i vilket inte enbart diskarna representerar de deformerande partierna utan där i långt högre grad än man tidigare anat själva skelettet deltar.

Här har i korthet omnämnts höftled och ländrygg. Modellförsök har också utförts på fot (7, 19), knä (11) och handled (2), huvudsakligast för att kartlägga sambandet mellan trauma och skadeeffekt.

### Intravitala mätningar

Det är givet att de ovan beskrivna modellerna endast ger anvisningar om möjliga mekaniska reaktionssätt men knappast upplysningar om det verkliga skeendet intra-vitam. Den nervösa reguleringsmekanismen, cirkulationen och det metaboliska skeendet med dess inflytande på det testade objektet är försatta ur spel. Försök har därför gjorts att införa mätorgan i höftled (16) och ländrygg (13) på patienter, där indikation för ingrepp förelåg. I två fall har caput och collum femoris avlägsnats i samband med svåra olycksfallsskador och ersatts med metallimplantat — höftledsprotoser — i vilka efter omfattan-

de förstudier i modellförsök proteserna försetts med en serie i collumdelen inbyggda trådtöjningsgivare (Bild 3). Systemet var så arrangerat att varje kraft, som träffade caput femoris substitutet kunde registreras via trådförbindelse med trådtöjningsgivarna och en utanför huden anbringad kontakt, som med kabel var anknuten till mätbryggor. Vi fick på så sätt en serie informationer. Riktningen, storleken, angreppsområdet på caput och friktionen mellan ledhuvudet och acetabulum kunde bestämmas.

Införande av tryckregistrerande organ av samma slag, som använts på sektionmodellerna gav uppgifter om storleken av lumbaldiskarnas inre tryck och beräkningar gjordes över spänningsförhållandena i lumbalskivornas yttre begränsningsområden (annulus fibrosus) — vid olika kroppsställningar och belastningar (14).

Trådtöjningsgivare användes också, dels för bestämning av den kraft bagelement i bröst- och ländrygg kunde tolerera, då sneda ryggar, scolioser, korrigerades med hjälp av insprängda metallstavar, dels för direkt mätning av de påfrestningar, som metallstavarna utsattes för de närmaste dagarna efter operationen i samband med att patienten tilläts göra olika rörelser (10, 22) (Bild 4).

Alla dessa uppgifter om krafters storlek och riktning inom områden av kliniskt intresse har givetvis sitt värde, när det gäller att diskutera rörelseorganens mekaniska funktion och vad man måste räkna med att ingrepp av olika slag bör tåla. Men data av detta slag visar sig snart om än intressanta inte vara tillräckliga. För att kunna bedöma krafternas effekt på det biologiska materialet är kunskaper om de olika kollagena vävnadernas fysikaliska egenskaper fundamentala.

### Värdering av materialegenskaper

Enklast kanske man kan fråga sig, vad har biologiska strukturer för materialegenskaper? Vad sker när en given kvantitet ben, sena eller ledband utsättes för en mekanisk kraft, vilka formförändringar undergår dessa vävnader? Först genom att ha kännedom om materialets egenskaper under normala och patologiska tillstånd kan man värdera betydelsen av de upplysningar, som erhållits ur de nyss beskrivna vitalförsöken. Skall exempelvis en ledkomponent eller ett helt anatomiskt system ersättas och fungera måste man undvika att skapa nya problem genom att

konstruktionen inte passar in i det biologiska kraftspel, som uppstår mellan olika material. Senare års erfarenheter av metall- och plastproteser i rekonstruktiva sammanhang vittnar om nödvändigheten av vidgade kunskaper om kollagenets fysikaliska egenskaper.

Det är naturligt att försöka finna metoder med vilka kollagenets mekaniska egenskaper kartlägges under vitala förhållanden. Här möter man emellertid tekniska svårigheter, som t v inte är lösta. I samma ögonblick, som testmaterialet avlägsnas från sin biologiska miljö, har en serie felkällor införts, vars betydelse inte kan negligeras. Det är därför nödvändigt att vid problem av detta slag systematiskt försöka kartlägga olika laboratoriebetingelsers roll för att i största möjliga grad undvika stora metodfel.

## Mätteknik

### Preparation

Instrument har konstruerats i vilka ben kan slipas, så att de får konstanta dimensioner (17, 18). Mjuka kollagena vävnader kan stansas till önskvärda proportioner (3, 8). Skelettdelar är ofta byggda så att olika slag av kollagena komponenter finns på ett och samma ställe, t ex i en led. Det är därför svårt att isolera ett visst material och det fordras inte sällan att man arbetar med små dimensioner.

Drag- och böjprovsförsök har visat att ett material taget under en operation eller i samband med en sektion snabbt kan ändra sina egenskaper genom vätskeförlust eller vätskeupptagning (8, 18). Däremot håller sig de fysikaliska egenskaperna konstanta i hög luftfuktighet (ca 95 %) och vid konstant temperatur (vanligen användes rumstemperatur). För att minska autolytiska processer måste materialet, om det ej användes omedelbart, djupfrysas och förvaras i slutna kärl. All preparation måste ske i hög fuktighetsmiljö och det gäller även under själva hållfasthetsförsöken.

### Registreringsinstrument

Vår apparatur för registrering av hållfasthetsegenskaper är sammansatt av komponenter, som är kommersiellt tillgängliga. Det finns flera system att välja bland. Inget av dem är emellertid avsett för biologiska ändamål. Efter en serie av försök med olika utrustningar har vi stannat för

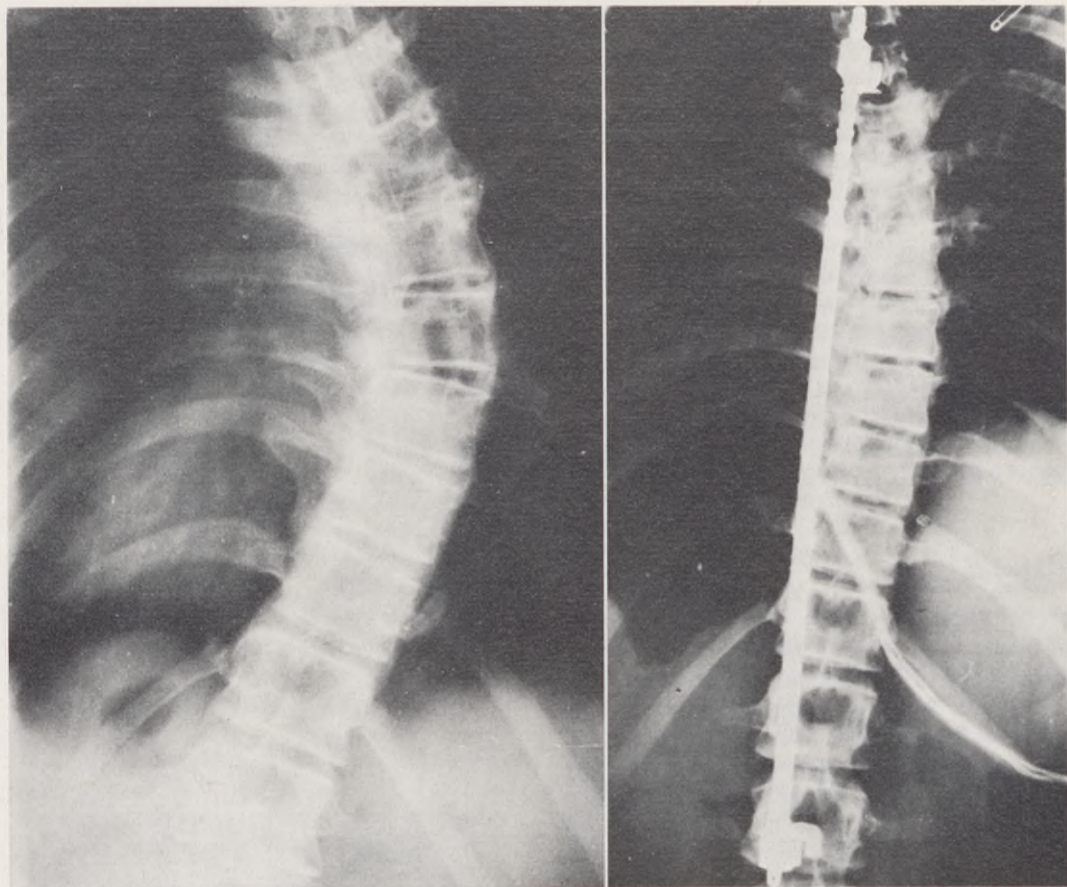
den som bild 5 visar. Den består av en hållfasthetsprovningssmaskin (Alwetron), i vilken materialet utsättes för en kraft, som kan avpassas efter önskemål. Den hastighet, med vilken kraften verkar, kan regleras och den mekaniska effekten kan upprepas med önskade intervaller. En av



Figur 3. A Principskiss av höftledsprotes.



B Protesen i färdigt skick. Den förankrades intertrokantärt med protesskastet liggande i mörghkanalen. Trådförbindelsen från ledhuvudet och mät-dosan lämnades vid operationen innanför huden och togs fram sedan patienten ca 6 månader efter ingreppet kunde röra sig i det närmaste normalt. Då utfördes mätningarna.



Figur 4. A Scolios med högerkonvex thorakal deviation. B Samma patient sedan korrektion med metallstav utförts. På stavens mitt sitter trådöjningsgivare med trådförbindelse till mätbryggor.

svårigheterna har varit att särskilt för mjuka kollagena vävnader fixera testobjektet utan att inspänningsändarna glider eller ger brottanvisning. För detta ändamål har särskilda fästansordningar konstruerats (6, 8, 18, 20). Avståndet mellan dessa anger graden av tex längd deformation under försökets gång. För att ytterligare följa förloppet och kontrollera att inte glidningsfenomen influerar på avståndsmätningarna har dessutom extensometrar anbringats, som följer vissa områden av preparatet.

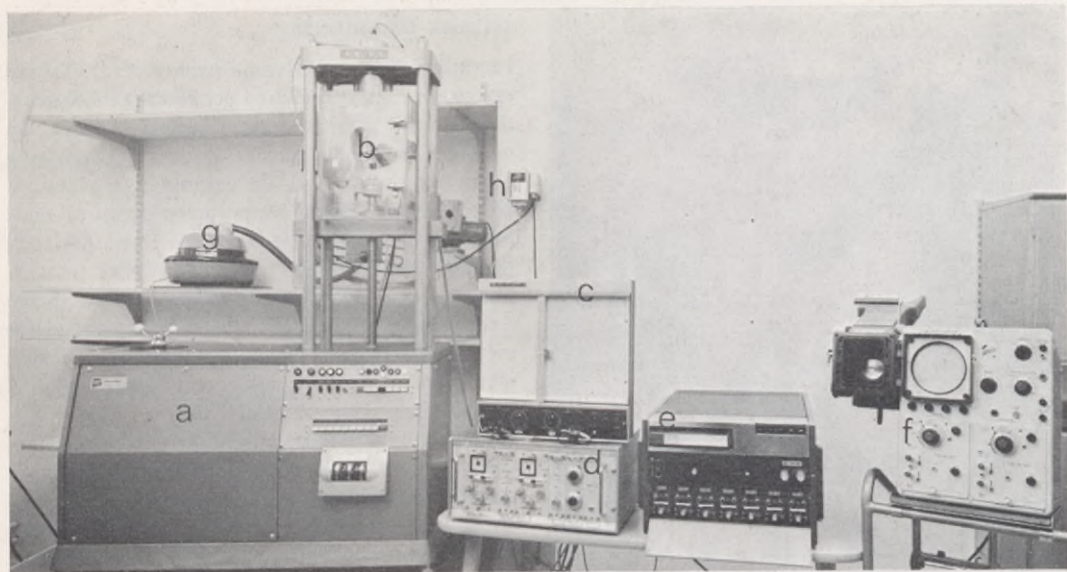
Materialets deformation registreras dels på en XY-skrivare, dels samtidigt med ett oscilloskop försett med en polaroidkamera. Informationen kan också lagras i en bandspelare. Data från denna kan sedan spelas upp i önskad omfattning

och om så erfordras med tidstransformering och diagrammen visualiseras och bearbetas via XY-skrivaren. Det är också tänkbart att efter digitalomvandling databehandla banden.

Eftersom materialets egenskaper påverkas av fuktighet och temperatur sker belastningsförsöket i 95 % relativ fuktighet och vanligen i 20° C genom att preparaten under försökens gång är instängda i en kammare, vars väggar består av genomskinlig plast. Fuktighet och temperatur kontrolleras och värdena hålls konstanta med automatiska regulatorer.

#### *Materialegenskaper*

Vitala mätningar har ännu ej kunnat utföras med tillräcklig precision på sen- och ledbands-



Figur 5. A Total bild av utrustningen för bestämning av mekaniska egenskaper hos kollagena vävnader.

a hållfasthetsprovningssenhet  
 b testkammare där dragprovet utföres  
 c xy-skrivare  
 d förstärkare

e bandspelare  
 f oscilloskop  
 g fuktighetsalstrare  
 h temperaturregulator

vävnad. Därför baserar sig våra kunskaper på in vitro-förhållanden, vilka med hänsyn till den mycket låga ämnesomsättningen i denna vävnad troligen ej avviker i någon högre grad.

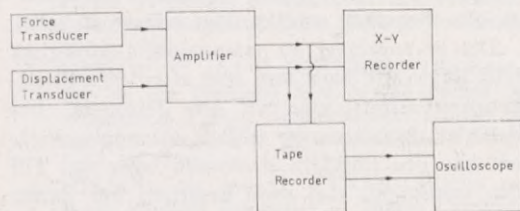
Om ett från början slapt ledband utsätts för dragpåkänning, överskrider den elastiska gränsen vid även mycket små laster och en återgång till den ursprungliga formen sker aldrig helt under in vitro-förhållanden. Om däremot ledbandet utsätts för en preliminär töjning, motsvarande idrottsmännens uppmjukning, blir varje belastningscykel reproducerbar upp till höga värden, minst halva brottlasten.

Det är tveksamt, om det finns en elasticitetsgräns för dessa material som helhet. Om belastningen överskrider en viss gräns, uppstår skador genom att en del fibrer i det ur geometrisk synpunkt alltid ojämnt belastade preparatet brister.

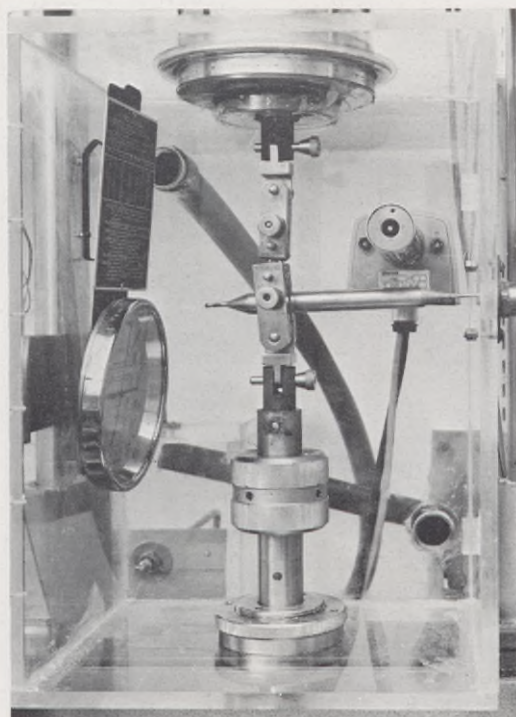
Fig 6 visar ett typiskt förlopp, då en sena eller ett ledband utsätts för ett dragprov. Differensen mellan den uppgående kurvan (a) och den nergående (b) är hysteresen och representerar den viskösa dämpningen i materialet. Kurvorna i Fig 7 visar hastighetens inverkan på materialet. Snabba förlopp ger brantare kurvor, dvs rigidare

vävnad, som brister vid visserligen högre belastning men vid lägre deformationsvärde.

Man kan sammanfatta kollagena materialegenskaper i ett viscoelastiskt mönster, dvs beskriva skeendet med symboler, där elasticiteten betecknas med fjädrar och plasticiteten med vätskedämpare (3, 9, 16, 21) (Fig 8). Det ligger nära till hands att tillskriva den kollagena fibern den elastiska egenskapen och interfibrillärs substansen, dvs mucopolysaccariden och intercellulärvätskan den viskösa effekten. Denna förklaring av skeenden i symboler förenklar tolkningen av vad som sker och underlättar samtidigt systematiseringen av de frågekomplex, som är nödvändiga, då jämförelse skall göras mellan normala och patologis-



Figur 5. B Blockdiagram av det elektroniska registreringssystemet.



Figur 5. C Testkammaren med in- och uttag för temperaturreglerad luft med hög fuktighet.

ka tillstånd, där definitionerna som regel baserar sig på morfologiska och histokemiska beskrivningar.

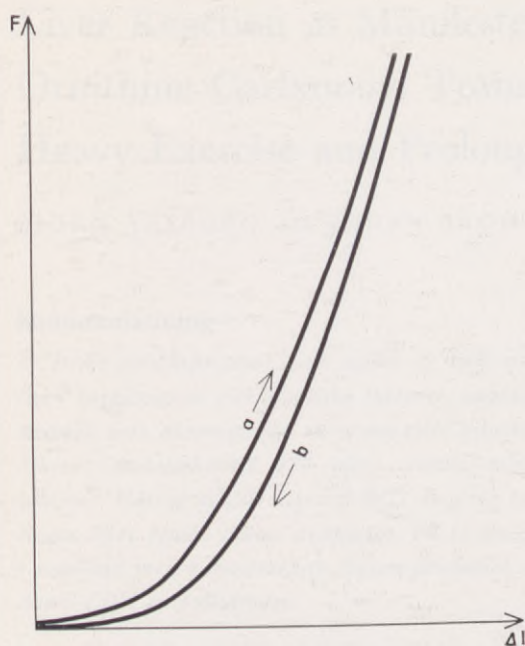
Den morfologiska struktur testobjektet har inverkar på deformationsegenskaperna. Det är därför angeläget att relatera visco-elastiska skeenden till kollagenets geometri. Man kan förutse att materialets olika komponenter ändrar sina inbördes förhållanden under ett påkänningsförlopp och att diagrammets utseende även avspeglar detta. I normala vävnader är den morfologiska bilden tämligen konstant och de fysikaliska egenskaperna, en funktion av materialets struktur konstanta. Vid patologiska tillstånd är avvikelserna ofta avsevärda och betydligt svårare att tolka.

Det är angeläget att materialets morfologiska bild följes inte bara före resp efter ett hållfasthetsprov utförts, utan att hela förloppet eller delar av detsamma ger tillfälle till upplysningar om hur den fibrillära strukturen betar sig. Till den utrustning, som ovan beskrivits hör därför också ett inbyggt mikroskop och möjligheter att utföra histologiskt arbete.

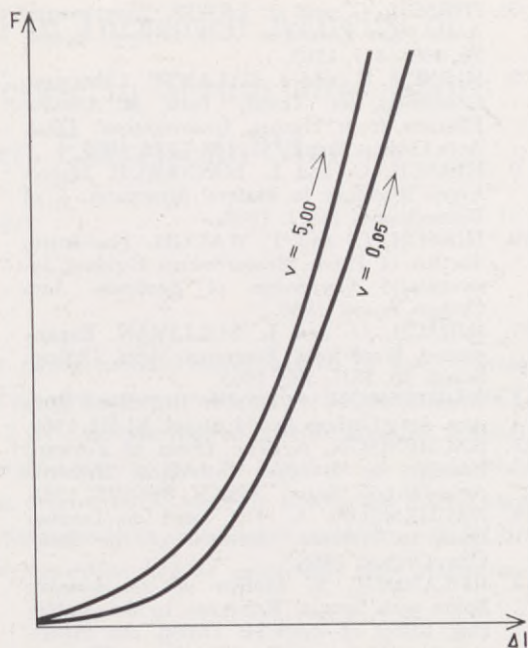
## Klinisk tillämpning

Identifieringen av kollagenas strukturers fysikaliska egenskaper har betydelse i det kliniska rekonstruktiva arbetet. Har en fraktur uppstått, ligger det nära till hands att försöka sammanfoga delarna så att de kommer på sin ursprungliga plats och på ett sådant sätt att kroppsdelens ifråga så snart som möjligt kan börja fungera. Inre spik- och skruvförband mellan fragmenten eller metallplattor, som broar över fragmenten har länge använts. På senare tid har stabiliteten i dessa metallförband ökat genom att desutom en teknik utvecklats för att åstadkomma kompression i skelettdelens längsriktning. Sådana rigida förband ger inte sällan en snabbare läkning samtidigt som patienten kan mobiliseras. Kunskaper om det biologiska materialets egenskaper underlättar fixationstekniken men skapar tyvärr också inte sällan komplikationer, därför att mekaniska störningar kan uppstå mellan metall och ben på grund av materialens fysikaliska olikheter. Det gäller därför att hitta lämpliga förband — konstruktioner, som passar in i det biologiska kraftspelet. Även om de nuvarande metallerna har många fördelar är det uppenbart att andra material med benets fysikaliska egenskaper bör vara ett eftersträvanvärt mål. Inte sällan är en led så skadad att den ej låter sig rekonstrueras med kvarvarande skelettdelar. Under många år har man försökt att ersätta hela eller delar av leder med plast eller metall eller kombinationer av dessa. Här möter man bl a svårigheterna att åstadkomma dels en permanent stabil fixation, dels att undvika mekaniska skador på omgivningen på grund av olikheter i materialegenskaper. Det borde vara teoretiskt möjligt att finna substitut, som hade egenskaper mer likartade de vävnader, som ersättes. Även här är det sannolikt att ökad kännedom om ledstrukturernas mekaniska beteende kan leda oss fram till konstruktioner, som tolereras bättre i biologisk miljö än de nuvarande. I en sådan strävan är hållfasthetsdata och informationer om kraftpåkännings storlek ett led i en målsättning, som borde vara möjlig att realisera.

Det kan ibland synas, som om den biomekaniska problematiken vid reparation av skador och sjukdomar i rörelseorganen ännu inte givit tillräcklig praktisk terapeutisk utdelning. Så har dock ingalunda varit fallet. Vi har lärt oss att förstå det material, som vi arbetar med, och

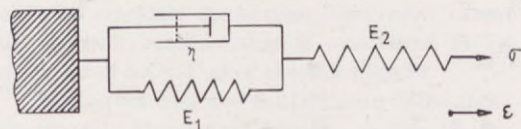


Figur 6. Töjningsförlopp vid dragprov på ett ledband. Differensen mellan den uppgående kurvan a och den nergående b representerar den viskösa dämpningen i materialet.



Figur 7. Hastighetens inverkan på ledbandets töjningsmönster. Snabba förlopp ger brantare kurvor, dvs rigidare vävnad som brister vid högre belastning men vid lägre deformationsvärde.

även om inte alla kliniska åtgärder motsvarar dagens förväntningar kan vi peka på större effektivitet i det arbete, som utföres. Vi har fått kortare vårdtider och bättre slutresultat än tidigare och därigenom gjort betydande samhälls-ekonomiska vinster. Till slut har vi en kontinuerlig debatt, där åtminstone riktlinjer och målsättning i många avseenden framstår klarare än tidigare.



Figur 8. Modell av de viskoelastiska egenskaperna hos kollagena strukturer illustrerade med fjädrar och vätskedämpare.

## References

1. FRANKEL, V. The Femoral Neck. Function Mechanism Internal Fixation. An experimental study. Almqvist & Wiksell, Sweden, 1960.
2. FRYKMAN, G. Fracture of the Distal Radius Including Sequelae — Shoulder-Hand-Finger Syndrome, Disturbance in the Distal Radio-Ulnar Joint and Impairment of Nerve Function. A clinical and experimental study. Acta Orthop. Scand. Suppl. No. 108, 1967.
3. GALANTE, J. Tensile Properties of the Human Lumbar Annulus Fibrosus. Acta Orthop. Scand. Suppl. No. 100, 1967.
4. HIRSCH, C. and V. FRANKEL. Analysis of Forces Producing Fractures of the Proximal End of the Femur. J. Bone Jt Surg. Vol. 42 B, No. 3, 1960.
5. HIRSCH, C. and V. FRANKEL. The Reaction of the Proximal End of the Femur to Mechanical Forces. Biomechanical Studies of the Musculo-Skeletal System, Thomas-Springfield, Ill., 1961.
6. HIRSCH, C. and G. EVANS. Studies on Some Physical Properties of Infant Compact Bone. Acta Orthop. Scand. XXXV, 300—313, 1965.

7. HIRSCH, C. and J. LEWIS. Experimental Ankle-Joint Fractures. *Acta Orthop. Scand.* 36, 408—417, 1965.
8. HIRSCH, C. and J. GALANTE. Laboratory Conditions for Tensile Tests in Annulus Fibrosus from Human Intervertebral Discs. *Acta Orthop. Scand.* 38, 148—162, 1967.
9. HIRSCH, C. and L. SONNERUP. Macroscopic Rheology in Skeletal Structures. *J. of Biomechanics*, No. 1, 1968.
10. HIRSCH, C. and T. WAUGH. The Introduction of Force Measurements Guiding Instrumental Correction of Scoliosis. *Acta Orthop. Scand.* 1968.
11. HIRSCH, G. and L. SULLIVAN. Experimental Knee-Joint Fractures. *Acta Orthop. Scand.* 36, 391—399, 1965.
12. NACHEMSON, A. Lumbar Intradiscal Pressure. *Acta Orthop. Scand. Suppl.* XLIII, 1960.
13. NACHEMSON, A. The Effect of Forward Leaning on Lumbar Intradiscal Pressure. *Acta Orthop. Scand.* XXXV, 314-328, 1965.
14. NACHEMSON, A. The Load on Lumbar Disks in Different Positions of the Body. *Clin. Orthop.* 1966.
15. ROLANDER, S. Motion of the Lumbar Spine with Special Reference to the Stabilizing Effect of Posterior Fusion. An experimental study on autopsy specimens. Tryckeri AB Litotyp, 1966.
16. RYDELL, N. Forces Acting on the Femoral Head-Prosthesis. A study on Strain Gauge Supplied Prostheses in Living Persons. Tryckeri AB Litotyp, 1966.
17. SEDLIN, E. A Rheological Model for Cortical Bone. A Study of the Physical Properties of Human Femoral Samples. *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 83, 1965.
18. SEDLIN, E. and C. HIRSCH. Factors Affecting the Determination of the Physical Properties of Femoral Cortical Bone. *Acta Orthop. Scand.* 37, 29—48, 1966.
19. THOREN, O. Os Calcis Fractures. Orstadius Boktryckeri AB, 1964.
20. VIIDIK, A. Biomechanics and Functional Adaption of Tendons and Joint Ligaments. Studies on the Anatomy and Function of Bone and Joints, pp 17—39 (F. G. Evans, ed.) Heidelberg, Springer Verlag, 1966.
21. VIIDIK, A. Experimental Evaluation of the Tensile Strength of Isolated Rabbit Tendons. *Bio-Medical Engineering*, Vol. 2, pp 64—67, 1967.
22. WAUGH, T. Intravital Measurements During Instrumental Correction of Idiopathic Scoliosis. Tryckeri AB Litotyp, 1966.

Professor Carl Hirsch  
 Ortopediska Kliniken  
 Sahlgrenska sjukhuset  
 Göteborg SV

# Liver Reaction as Manifested in Increased Activity of Ornithine Carbamoyl Transferase in Serum after Short Heavy Exercise and Prolonged Exercise in Man

BJÖRN AHLBORG and JOHAN BROHULT

## Sammanfattning

21 friska försökspersoner, som utfört ett kortvarigt fysiskt arbete (medelarbetstid 20 min), väsentligen begränsat av cirkulatoriska faktorer, uppvisar omedelbart efter arbetets slut en signifikant S-OCT-stegring men däremot inte en vecka efter arbetet. 9 av försökspersonerna utförde även ett långtidsarbete (medelarbetstid 133 min), varvid arbetstidens längd ej synes ha begränsats av cirkulatoriska faktorer. Härvid erhöles ingen S-OCT-stegring efter arbetet. Olika tänkbara orsaker till S-OCT-stegringar efter fysiskt arbete diskuteras. På 12 av försökspersonerna analyserades serumjärn och S-LDH i samband med korttidsarbete. Serumjärnhalten var signifikant förhöjd omedelbart efter arbetet medan S-LDH ej förändrades.

## Introduction

Ornithine carbamoyl transferase (OCT) is an enzyme that is required for the synthesis of urea. In the human body it is found chiefly in the liver. Since even a very slight liver injury leads to a rise of OCT in serum (S-OCT), the analysis of this variable has been utilized in clinical practice (14). Increases in S-OCT, however, are also displayed by healthy subjects under physiological conditions (6). Such a rise was registered one week after a continuous heavy prolonged exercise test of about 100 min duration in man (2). This rise was less pronounced in well-trained subjects (3). Two different mechanisms should be considered for the increases in S-OCT after physical exercise: a liver hypoxia achieved during the exercise and/or a metabolic response to the load on the organism. In the present work, the course of S-OCT was studied after two principally different types of physical work in order to elucidate the various conceivable causes of the liver reaction that is manifested as an elevation of S-OCT after physical exercise.

Since serum iron and S-LDH were found to be significantly elevated in previous studies (2, 3), we wished to investigate these variables as well after heavy but less prolonged physical exercise.

## Material

The present report concerns 21 subjects, numbered here from 25 to 45 to distinguish them from the 24 subjects reported on earlier (2, 3). Twelve of the subjects (Nos. 25—36) were examined in connection with a continuous heavy exercise test of about 25 min duration, the other nine (Nos. 37—45) also in connection with a prolonged exercise test. Some anthropometric and other data concerning the subjects are given in Table I (Nos. 25—36) and II (Nos. 37—45). By Swedish standards the two groups of subjects were of about average height and weight and were ordinarily trained. Four of the subjects (Nos. 31, 39, 40 and 44) were well-trained. The subjects showed no signs of illness or apparent symptoms.

## Methods

By reproducibility is meant the error of a single determination of a method as calculated from duplicate determinations, expressed as a percentage of the mean of these determinations.

The subjects underwent certain preparatory examinations prior to the experiments. A *health history* was recorded. A *physical examination* was

Table I. Some anthropometric and other data in 12 test subjects

Subject	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Haemoglobin (g/100 ml)	Total haemoglobin (g)	Blood volume (l)	Heart volume (ml)	W <sub>170</sub> (kpm/min)
25	20	191.5	72.2	14.6	910	6.3	880	1350
26	18	190.5	68.5	13.2	705	5.4	870	1100
27	19	179.5	69.4	14.4	765	5.3	830	1050
28	21	190.0	71.8	14.8	870	5.9	850	1200
29	23	177.0	61.8	13.9	660	4.8	760	1000
30	19	175.0	61.7	13.5	760	5.7	950	1200
31	19	191.0	83.3	12.9	760	5.9	910	1500
32	22	185.0	68.7	13.1	825	6.3	810	1050
33	23	179.5	78.3	15.1	795	5.3	890	900
34	23	179.0	71.0	14.4	640	4.5	730	950
35	18	181.0	62.4	14.1	685	4.9	880	1150
36	18	181.0	66.8	14.0	995	7.1	870	900
$\bar{x}$	20.3	183.3	70.1	14.0	781	5.6	853	1113
SD	2.1	6.0	6.8	0.7	106	0.7	62	181
range	18—23	175.0—191.5	61.7—83.3	12.9—15.1	640—995	4.5—7.1	730—950	900—1500

performed. *Height* and *weight* were measured. The radiological *heart volume* was determined in the supine position (12). *Total haemoglobin* and *blood volume* were determined by the alveolar CO-method (17). The *physical working capacity* was expressed as the amount of work that the

Table II. Anthropometric and some other data in 9 test subjects

Subjects	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	W <sub>170</sub> (kpm/min)
37	23	182.0	67.9	950
38	23	179.0	75.6	1200
39	23	183.5	90.5	1400
40	25	188.0	72.4	1400
41	23	174.0	80.7	1350
42	20	176.0	67.5	900
43	27	188.5	67.6	1000
44	22	178.0	73.7	1700
45	27	184.5	70.0	900
$\bar{x}$	23.7	181.5	74.0	1200
SD	2.3	5.1	7.6	282
range	20—27	174.0—188.5	67.5—90.5	900—1700

subject could perform on a bicycle ergometer at a pulse rate of 170 beats/min, "W<sub>170</sub>" ad modum Karolinska sjukhuset (18). All *pulse rates* were calculated from electrocardiograms, at least 20 heart cycles being counted for each value. The chosen form of *continuous exercise test* was leg work on an electrodynamically braked bicycle ergometer (11) with the subject in the sitting position and working with a pedalling rate of 60 r.p.m. at a constant load or a load which in some subjects was changed once or twice by up to 200 kpm/min. The loads were measured in kpm/min.

The subject continued the exercise until exhaustion obliged him to stop. During the prolonged exercise tests water was given per os ad lib. The pulse rate was registered after 10 and 60 min exercise and at the end of exercise.

All blood samples in connection with exercise to exhaustion were taken with the subjects in the supine position. The subjects refrained from physical activity and the consumption of alcohol during the sampling period and one week before.

*Haemoglobin* was determined spectrophotometrically in capillary samples by the oxyhaemoglobin method.

For the following variables, venous punctures were made with disposable needles. The normal values are those used at Danderyd's Hospital.

*LD* (lactate-dehydrogenase) was determined by the method of Wroblewski and La Due (21). Normal value 100–300 Wroblewski units. One unit corresponds to a consumption of 0.53 micromoles/litre and minute. Reproducibility 4%.

*OCT* activity was determined by incubation of serum with carbamoyl  $^{14}\text{C}$  citrulline in arsenate buffer and is expressed in nanomoles of  $^{14}\text{CO}_2$  formed by 0.5 ml serum in 2 hours under standard conditions (15). Normal value less than 4 nanomoles. Reproducibility 9%.

*Serum iron* was determined according to the principles of Heilmeyer and Plötner (10) as modified by Agner (1). Reproducibility 5%.

Current statistical methods were used (19).

## Experimental procedure

### A. Subjects Nos. 25–36

After fasting for about 12 hours the subjects were set to work as long as possible at an individually chosen load that gave a work time of about 20–30 min. These loads had been determined in a pilot study about 3 weeks earlier, together

with preparatory examinations. This experimental model was designed to result in the exercise tests being stopped mainly due to circulatory limitation. It has been shown that even exercise tests with such long durations as 60 min are partly limited by circulatory factors (8). Blood samples were taken before and immediately after the exercise test and then after 1, 2, 3, 4 and 7 days.

### B. Subjects Nos. 37–45

These 9 subjects underwent the same preparatory examinations with the exception of total haemoglobin, blood volume and heart volume. They exercised at individual loads to give a work duration of 20 min. Sampling conditions made it desirable to have an exact (20 min) work time but still exercise practically to exhaustion. This was achieved by changing the work loads once or twice. These 9 subjects did not fast before the exercise. Blood samples were taken before, immediately after and 15, 30, 60, 90 and 120 min after the end of exercise as well as 7 days after the exercise. The last sample was also used as the initial sample before a prolonged exercise test. Further samples were taken immediately after this exercise and at the same intervals as in connection with the 20 min exercise. The pro-

Table III. Work load, duration (mean 25 min) and heart rate during exercise in 12 test subjects

Subject	Work load (kpm/min)	Duration (min)	Work performed (kpm · 10 <sup>4</sup> )	Heart rate (beats/min)	
				10 min	The end of exercise
25	1400	18	2.52	180	187
26	1250	17	2.13	185	198
27	1200	20	2.40	185	202
28	1350	22	2.97	180	194
29	1150	30	3.45	173	188
30	1350	50	6.75	169	185
31	1600	12	1.92	175	183
32	1200	12	1.44	190	194
33	1050	30	3.15	185	195
34	1100	22	2.42	180	193
35	1300	30	3.90	178	195
36	1100	40	4.40	170	190
$\bar{x}$	1254	25.3	3.12	179.2	192.0
SD	156	11.4	1.42	6.5	5.5
range	1050–1600	12–50	1.44–6.75	169–190	183–202

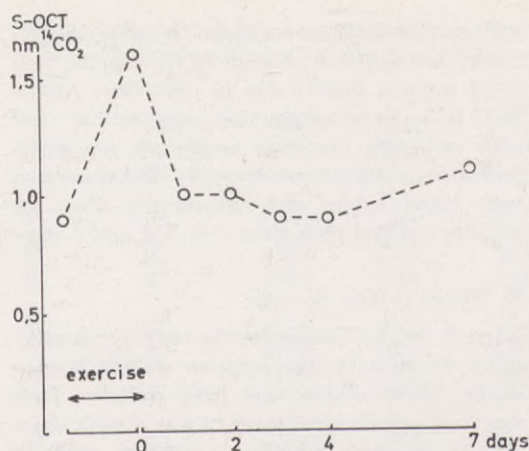


Figure 1. S-OCT values before and during 7 days after exercise in 12 test subjects.

longed exercise test aimed at a work time of about 2 hours. During the continuous exercise the work loads were changed by up to 100 kpm/min once or twice in some subjects. For exercise of this duration we believe that the decrease of muscle glycogen is the most important limiting factor for the length of work, which was not primarily limited by circulatory factors.

## Results

### A. Test subjects Nos. 25-36

The average amount of work performed was 31 200 kpm, with a mean work time of 25 min (Table III). The relative work load (average absolute work load in relation to  $W_{170}$ ) as a mean was 113 per cent.

The mean S-OCT value before exercise, 0.9 nanomoles, was lower than that immediately after exercise, 1.6 nanomoles ( $P < 0.05$ ). No significant changes were noted in relation to the starting value during the days after exercise, see Table IV and fig. 1.

Serum LDH before exercise averaged 208 Wroblewski units and after exercise 227 Wroblewski units. The difference is not significant and neither were any of the changes in the S-LDH level during the observation period (Table V).

Serum iron averaged 127 microgram-% before exercise and 151 microgram-% after exercise. The difference is statistically significant ( $C < 0.001$ ). There was then a successive return to the initial level (see Table VI).

Table IV. S-OCT (nm) before and during 7 days after exercise in 12 test subjects

Subject	Before	Im- medi- ately after	Days after exercise				
			1	2	3	4	7
25	1.8	2.0	1.0	1.2	2.5	1.5	2.7
26	0.5	0.3	1.0	1.0	0.7	1.9	2.3
27	1.0	1.7	1.4	1.6	1.1	1.9	1.9
28	1.3	1.2	1.1	0.8	0.3	0.9	1.1
29	0.5	1.2	0.3	0.8	0.5	0.5	0.2
30	0.7	3.8	0.4	0.2	0.2	0.6	0.8
31	0.1	2.9	1.2	0.1	0.3	0.2	0.2
32	0.7	0.7	1.3	0.8	0.4	1.3	1.0
33	1.2	1.8	1.9	2.5	1.7	0.9	0.9
34	1.5	1.2	1.1	1.4	2.3	0.5	1.5
35	0.8	1.0	0.6	1.1	0.7	0.8	0.9
36	0.4	1.5	0.5	0.3	0.2	0.1	0.2
$\bar{x}$	0.9	1.6	1.0	1.0	0.9	0.9	1.1
SD	0.5	1.0	0.5	0.7	0.8	0.6	0.8
range	0.1-1.8	0.3-3.8	0.3-1.9	0.1-2.5	0.2-2.5	0.1-1.9	0.2-2.7

Table V. S-LD (Wroblewski U) before and during 7 days after exercise in 12 test subjects

Subject	Be- fore	Im- medi- ately after	Days after exercise				
			1	2	3	4	7
25	210	225	210	170	220	200	210
26	170	235	220	170	190	210	200
27	190	215	220	200	145	180	180
28	195	175	205	190	180	200	160
29	180	240	210	190	200	195	200
30	225	255	230	230	240	240	225
31	245	265	265	245	230	260	255
32	215	265	215	200	190	215	205
33	170	180	160	155	190	130	140
34	245	270	220	210	215	210	235
35	250	210	230	200	225	210	240
36	195	190	185	205	185	210	200
$\bar{x}$	208	227	214	197	201	205	204
SD	29	34	25	25	26	31	33
range	170-250	175-270	160-265	155-245	145-240	130-260	140-255

Table VI. Serum iron ( $\mu\text{g}\%$ ) before and during 7 days after exercise in 12 test subjects

Subject	Before	Immediately after	Days after exercise				
			1	2	3	4	7
25	95	110	153	113	178	175	115
26	100	127	125	117	143	104	75
27	144	170	120	90	115	105	77
28	198	235	168	217	173	170	135
29	127	157	170	135	95	215	140
30	142	170	116	77	129	85	145
31	67	75	100	67	65	60	85
32	109	130	160	80	70	70	75
33	173	205	147	182	132	136	144
34	145	152	233	195	143	98	105
35	120	140	100	88	112	102	157
36	100	144	99	143	100	90	118
$\bar{x}$	126.7	151.3	140.9	125.3	121.3	117.5	114.3
SD	36.2	42.0	39.4	50.0	35.8	46.9	30.4
range	67-198	75-235	99-233	67-217	65-178	60-215	75-157

B 1. Test subjects Nos. 37-45, short exercise

The average amount of work performed was 26 500 kpm during 20 minutes (Table VII). The relative work load averaged 110 per cent of  $W_{170}$ .

The mean S-OCT level before exercise, 0.7 nanomoles, was lower than immediately after exercise, 1.0 nanomoles, and 15 minutes after exercise, 1.1 nanomoles ( $P < 0.05$ ). This was followed by a successive fall in S-OCT, see Table VIII and fig 2.

B 2. Test subjects Nos. 37-45, prolonged exercise

The average amount of work performed was 126 000 kpm, with a mean work time of 133 minutes (Table VII). The relative work load averaged 79 per cent of  $W_{170}$ .

The mean S-OCT value before exercise, 0.8 nanomoles (the blood sample taken 7 days after the short exercise), did not differ from any of the values after the prolonged exercise test. The value 7 days after the prolonged exercise test, 1.1 nanomoles, was higher than that before short exercise, 0.7 nanomoles ( $P < 0.05$ ), see Table VIII.

Table VII. Work loads, durations (means 20 and 133 min) and heart rates at two different exercise tests in 9 test subjects

Subject	First exercise test					Second exercise test					
	Mean work load (kpm/min)	Duration (min)	Work performed (kpm $\cdot 10^4$ )	Heart rate (beats/min)		Mean work load (kpm/min)	Duration (min)	Work performed (kpm $\cdot 10^4$ )	Heart rate (beats/min)		
				10 min	The end				10 min	60 min	The end
37	1190	20	2.38	185	205	770	180	13.8	155	141	160
38	1335	20	2.67	175	180	925	112	10.4	158	170	175
39	1550	20	3.10	168	195	985	200	19.7	145	156	158
40	1800	20	3.60	194	203	1300	118	15.6	165	180	185
41	1310	20	2.62	169	188	830	120	10.0	160	174	177
42	1050	20	2.10	187	192	850	120	10.2	150	160	166
43	1050	20	2.10	178	185	850	120	10.2	140	150	166
44	1575	20	3.15	183	187	1200	120	14.4	153	170	176
45	1050	20	2.10	192	198	825	108	8.9	159	171	165
$\bar{x}$	1323	20	2.65	181.2	192.6	948	133.1	12.6	153.9	163.6	169.8
SD	270	0	0.54	9.4	8.4	183	32.9	3.6	7.9	12.6	8.9
range	1050-1800	20-20	2.10-3.60	168-194	180-205	770-1300	108-200	8.9-19.7	140-165	141-180	158-185

Table VIII. S-OCT (nm) in 9 test subjects before and during 2 hours after and 7 days after two different exercise tests with an interval of one week. The value 7 days after the first exercise test is the same value as before the second exercise test.

Subject	First exercise test								Second exercise test							
	Before	Imme- diately after	Minutes after exercise					7 days after	Before	Imme- diately after	Minutes after exercise					7 days after
			15	30	60	90	120				15	30	60	90	120	
37	0.6	1.1	0.9	0.6	0.8	0.7	0.8	0.6	0.6	0.2	0.5	0.5	0.6	0.9	0.7	0.9
38	0.4	0.4	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.3	0.8	0.5	0.7	0.8	1.1	0.7
39	0.6	1.1	1.5	0.7	0.7	0.9	0.5	0.7	0.7	1.1	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.8
40	1.1	1.9	1.7	1.3	1.0	1.5	1.3	1.0	1.0	1.3	1.4	1.8	1.5	2.2	2.0	2.3
41	1.0	1.2	1.3	0.9	0.7	1.0	1.5	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	0.6	0.4	1.0
42	0.8	1.1	1.3	0.8	0.6	0.8	0.5	0.7	0.7	0.8	0.6	0.4	1.1	0.7	0.5	0.8
43	0.5	0.7	0.7	1.0	1.2	1.1	1.3	0.8	0.8	0.8	1.1	1.6	0.6	1.5	1.4	2.0
44	0.5	0.6	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8	0.4	0.8
45	0.6	1.1	1.2	1.1	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	1.1	1.0	0.9	0.7	0.8
$\bar{x}$	0.7	1.0	1.1	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.1
SD	0.24	0.43	0.36	0.23	0.22	0.30	0.40	0.21	0.21	0.35	0.29	0.49	0.30	0.52	0.54	0.59
range	0.4—	0.4—	0.7—	0.6—	0.5—	0.5—	0.5—	0.4—	0.4—	0.2—	0.5—	0.4—	0.6—	0.6—	0.4—	0.3—
	1.1	1.9	1.7	1.3	1.2	1.5	1.5	1.0	1.0	1.3	1.4	1.8	1.5	2.2	2.0	2.3

## Discussion

Both groups of subjects in this study displayed significant increases in S-OCT immediately after the short exercise but no such immediate rise was found after prolonged exercise, either in these or in previous experiments (2, 3). It is known that the liver blood flow is reduced in connection with physical work (20). The higher the relative work load, the greater is the demand on the circulation. The load for the short exercise was chosen so that the duration of the exercise, judging from the successive rise in pulse rate, was essentially limited by circulatory factors. At the same time, the load was not so high that the subjects had to stop work after only a few minutes. Ekelund (8) has shown that circulatory factors may limit work even of up to 1 hour's duration. We consider that it is the limitation of the circulatory factors that influence the liver cells with an elevated output of OCT from these as a result. This assumption is supported by the fact that hypovolemic shock is accompanied by an immediate rise in S-OCT (7).

The nine subjects who performed a prolonged exercise did not display any immediate rise in S-OCT. The probable explanation to this is that, judging from the pulse rate, circulatory factors were not as decisive for the duration of the prolonged exercise. This suggests that the impairment of the circulation has not been as great as after the short exercise which supports the assumption that it was the impaired circulation in the liver and not the functional demands for the liver that elicited the rise in S-OCT after the short exercise.

The subjects in the present study did not display any significant rise in S-OCT one week after the prolonged exercise, in contrast to earlier results (2, 3) which have shown that especially physically untrained subjects display rises in S-OCT one week after prolonged exercise. Conditions leading to increased nitrogen excretion have been proved to result in increased OCT activity in the liver (16) and in the plasma (5, 6) and a negative nitrogen balance with enhanced nitrogen excretion has been demonstrated in untrained subjects after physical exercise (9). After physical training, however, these subjects performed the exercise with a significantly smaller urinary excretion of nitrogen (9). This seems to explain why the relatively well-

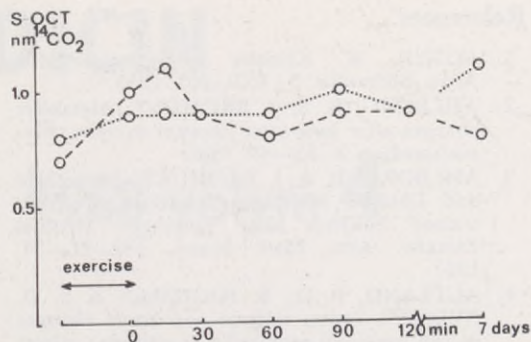


Figure 2. S-OCT values in 9 test subjects before and during 2 hours after and 7 days after two different exercise tests with an interval of one week. The value 7 days after the first exercise test (striped line) is the same value as before the second exercise test (pointed line).

trained subjects in the present study did not display a significant increase one week after the prolonged exercise.

No significant rise in S-LDH was displayed by the twelve subjects who only did the short exercise. Earlier experiments on untrained subjects revealed a pronounced and prolonged rise in S-LDH after prolonged exercise; this was chiefly attributed to a release of LDH from muscle (2). Well-trained subjects studied in another context displayed only a slight but significant rise of S-LDH 24 hours after prolonged exercise; this was chiefly attributed to hemolysis (3). It has recently been confirmed that the rise in S-LDH after physical exercise is more marked in untrained than in well-trained individuals (4). The S-LDH level after physical work thus seems to be determined in the first place by the degree of physical training and in the second by the total amount of work performed.

It has been demonstrated that hemolysis is associated with physical exercise (among others, 13). Serum iron increases more markedly after prolonged than after short exercise (2, 3), possibly because the hemolysis does not become so pronounced in the latter case. This is also suggested by the fact that S-LDH was found to be elevated after prolonged exercise (2, 3) but not after the present short exercise.

This study was supported by the Delegation for Applied Medical Defence Research, Ministry of Defence, Stockholm, by Stockholm County Council and the Carl-Berthel Nathorst Foundation, Stockholm, Sweden.

## References

1. AGNER, K. Kliniska laborationsmetoder. Astra, Södertälje. 5: 462—463, 1955.
2. AHLBORG, B. & J. BROHULT. Metabolic changes after long-term physical exercise. *Försvarsmedicin* 2: 35—49, 1966.
3. AHLBORG, B. & J. BROHULT. Immediate and Delayed Metabolic Reactions in Well-trained Subjects after Prolonged Physical Exercise. *Acta Med. Scand.* 182: 41—54, 1967.
4. ALTLAND, P. D., B. HIGHMAN & B. D. NELSON. Serum enzyme and tissue changes in rats exercised repeatedly at altitude: effects of training. *Am. J. Physiol.* 214: 28—32, 1968.
5. BROHULT, J. Liver reaction after halothane and diethyl ether anaesthesia. *Acta Anaesth. Scand.* 11: 201—220, 1967.
6. BROHULT, J. Effects of proteinrich and proteinfree diets on levels of ornithine carbamoyl transferase in human serum. In manuscript.
7. BROHULT, J. & J. GILLQUIST. Serum enzyme levels as a measure of liver reaction after hypovolaemic shock and operation in man. *Acta Chir. Scand.* In press.
8. EKELUND, L.-G. Circulatory and Respiratory Adaptation during Prolonged Exercise. *Acta Physiol. Scand.* 70: Suppl. 292, 1967.
9. GONTZEA, I., P. SUTZESCO & S. DUMITRACHE. Influence de l'adaptation a l'effort sur le bilan azoté chez l'homme. *Arch. Sci. Physiol.* 16: 127—138, 1962.
10. HEILMEYER, L. & K. PLÖTNER. Das Serumeisen und die Eisenmangelkrankheit. Fischer Verlag, Jena. 1: 1—92, 1937.
11. Holmgren, A. & K. H. MATTSSON. A new ergometer with constant work load at varying pedalling rate. *Scand. J. Clin. & Lab. Invest.* 6: 137—140, 1954.
12. LARSSON, H. & S. R. KJELLBERG. Roentgenological heart volume determination with special regard to pulse rate and position of the body. *Acta Radiol.* 29: 159—177, 1948.
13. MALMSTRÖM, G. & T. SJÖSTRAND. Physiological variations in the endogenous formation of carbon monoxide. *Acta Physiol. Scand.* 27: 231—241, 1952.
14. REICHARD, H. Studies on ornithine carbamoyl transferase activity in blood serum. *Acta Med. Scand. Suppl.* 390, 1962.
15. REICHARD, H. Determination of ornithine carbamoyl transferase in serum. *J. Lab. Clin. Med.* 63: 1061—1064, 1964.
16. SCHIMKE, R. T. Studies on factors affecting the levels of urea cycle enzymes in rat liver. *J. Biol. Chem.* 238: 1012—1018, 1963.
17. SJÖSTRAND, T. A method for the determination of the total haemoglobin content of the body. *Acta Physiol. Scand.* 16: 211—231, 1948.
18. SJÖSTRAND, T. Functional capacity and exercise tolerance in patients with impaired cardio-vascular function. Clinical and cardio-pulmonary physiology. N.Y. Grune & Stratton, 201—219, 1960.
19. SNEDECOR, G. W. Statistical methods. The Iowa State College Press. Amer. Iowa, USA. 1959.
20. WADE, O. L., B. COMBES, A. W. CHILDS, H. O. WHEELER, A. COURNAND & S. E. BRADLEY. The effect of exercise on the splanchnic blood flow and splanchnic blood volume in normal man. *Clin. Sci.* 15: 457—463, 1956.
21. WROBLEWSKI, F. & J. S. LA DUE. Lactic dehydrogenase activity in blood. *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.* 90: 210—213, 1955.

Björn Ahlborg and Johan Brohult  
Military Medical Examination Center (MMUC)  
and the Department of Clinical Physiology, Karolinska sjukhuset, Stockholm 60, and the Department of Clinical Chemistry, Danderyds sjukhus, Danderyd 3, Sweden.

# FÖRSVARSMEDICIN

HÄFTE 3 JULI

1968 volym 4

## Abstracts

HEDSTRAND, ULF: Model Studies of Artificial Ventilation in Nerve Gas Victims  
Försvarsmedicin (Stockholm) 4: 117—123, 1968.

*Model Studies of Artificial Ventilation in Nerve Gas Victims*

A resuscitator for on-the-spot ventilation of nerve gas victims (the Clementz Resuscitator\*), developed at the Swedish Defence Research Institute (FOA), was compared with the Ruben and Dräger resuscitators.

The Clementz apparatus, which is specially designed for use in the field, is found to have good characteristics, and as it is pumped by foot, the operator has both hands free to hold the mask in position. Because high inflatory pressures can be attained with this large-volume resuscitator, the operator must know exactly how a nerve gas victim should be ventilated so as to avoid hyperinflation with

*Etudes sur maquettes de la ventilation artificielle sur victimes de gaz neurologiques*

Le "ressuscitateur" Clementz\*, appareil pour l'aération de blessés de guerre asphyxiés en atmosphère infectée de gaz neurotoxiques et mis au point par le Centre de Recherches de la Défense Nationale, a été comparé aux ressuscitateurs Ruben et Dräger.

L'appareil de Clementz, particulièrement conçu pour usage en campagne, possède de bonnes qualités et, sa compression se commandant au pied, il laisse les deux mains libres pour maintenir le masque hermétiquement. Cet appareil permettant d'obtenir de fortes pressions d'insufflation et étant d'un volume puissant, sa manipula-

*Modellstudie der Künstlichen Atmung bei Nervengasgeschädigten*

Ein Beatmungsapparat für die Beatmung von Kriegsverletzten in nervengasvergifteten Gebieten, der von der Forschungsanstalt der Schwedischen Landesverteidigung entwickelt wurde (Clementz Resuscitator\*), ist mit dem Ruben- und dem Dräger-Beatmungsapparat verglichen worden.

Der Clementz-Apparat, der eine äusserst feldmässige Form hat, besitzt gute Eigenschaften. Da er mit dem Fuss komprimiert werden soll, bleiben beide Hände frei, um die Maske dicht anzulegen. Da hohe Einblasdrucke erreicht werden können und der Beatmungsapparat ein grosses Volumen hat, ist es notwendig,

consequent effects on the circulation.

It should be assumed that a nerve gas victim exhibits pronounced interference of the air passages, even though pure bronchoconstriction may not be the dominant symptom. Ventilation trials with models of nerve gas victims with high resistance in the air passages have shown that there are greater ventilation difficulties during the expiratory than during the inspiratory phase. In fact, the expiratory difficulties, because of their effect on the circulation, limit the use of the resuscitators before the air passage resistance of the victims becomes too high for the apparatus' resources. The unpractised operator has a tendency to use too high a respiratory rate, and this does not provide a sufficiently long expiration time, resulting in hyperinflation and rising mean intrathoracic pressure, which can have serious effects on the circulation. What is important therefore is not only the design of the apparatus but also the operator's powers of observation and experience of artificial respiration. Various ways of facilitating expiration are also discussed.

\* Designed by P. Clementz, engineer at the Swedish Defence Research Institute, FOA, Urvik, Sweden.  
Patent No. 2 04 460.

tion exige une connaissance approfondie de la technique de réanimation des gazés afin d'éviter toute hyper-insufflation se répercutant sur la circulation. A priori, on peut admettre chez le gazé une obstruction marquante des voies respiratoires même si la constriction bronchique ne constitue pas le symptôme dominant. Des essais d'aération sur modèle gazé présentant une résistance des voies respiratoires élevée ont montré que les difficultés d'aération se trouvent plutôt du côté expiratoire que du côté inspiratoire. Avant même que cette résistance des voies respiratoires ne s'élève au point de créer des difficultés d'insufflation limitant l'emploi du resuscitateur (du fait des ressources de volume et de pression n'y suffisant plus), les difficultés expiratoires s'avèreront déterminantes en raison de leur action sur la circulation. Le secouriste inexpérimenté a en effet tendance à adapter une fréquence respiratoire trop élevée ne laissant pas suffisamment de temps pour l'expiration, ce qui provoque l'hyper-insufflation et une pression intra-thoracique moyenne croissante et risque d'entraîner des conséquences graves pour la circulation. Il semble donc que l'attention du secouriste et son expérience dans le domaine de la respiration artificielle, hormis la construction de l'appareil, soient de grande importance. Divers procédés visant à faciliter l'expiration sont également discutés.

\* Conçu l'ingénieur P. Clementz, FOA (Centre de Recherches de la Défense Nationale), Urvik, Suède. Brevet: 2 04 460.

genau zu wissen, wie eine nervengasgeschädigte Person beatmet werden soll, um eine Überbeatmung mit Zirkulationsschädigungen zu verhindern.

Es muss damit gerechnet werden, dass der Nervengasvergiftete ernsthafte Luftweghindernisse hat, auch ohne dass ein reiner Bronchospasmus das dominierende Symptom ist. Beatmungsversuche mit Modellen von Nervengasvergifteten mit hohem Luftwegwiderstand haben gezeigt, dass die Beatmungsschwierigkeiten mehr auf der expiratorischen als auf der inspiratorischen Seite liegen. Die Expirationsschwierigkeiten durch die Einwirkung auf die Zirkulation sind von entscheidender Bedeutung, bereits bevor der Luftwegwiderstand so hoch ist, dass die Einblasschwierigkeiten für die Anwendung der Beatmungsapparate anfangen beschränkt zu werden, (da die Volumen- und Druckreserven anfangen, unzureichend zu werden). Ein ungeübter Beatmer hat nämlich die Neigung, eine zu hohe Atemfrequenz anzuwenden, die keine ausreichend lange Expirationszeit zulässt. Dies hat eine Überbeatmung und ein Ansteigen des intrathorakalen Mitteldrucks zur Folge, was zu schweren Zirkulationsstörungen führen kann. Die Observanz des Beatmers und dessen Erfahrung in der künstlicher Atmung scheinen deshalb über die Ausführung der Beatmungsapparate hinaus von grosser Bedeutung zu sein. Verschiedene Wege, die Expiration zu erleichtern, werden auch besprochen.

\* Erfinder: Ing. P. Clementz, FOA, Urvik, Schweden.  
Schwed. Patent 204 460.

*Biomechanics in Orthopaedic Surgery*

The locomotor system consists to a great extent of collagen structures, supporting tissues, which have a mechanical function. Lesions occur when forces exceed the strength of the material. Diseases may change the physical properties of collagen.

Reconstructive orthopaedic surgery often faces problems where the mechanical characteristics of collagen have to be considered. In this presentation ways are illustrated by which forces have been measured in the hip-joint and the lumbar spine. As these anatomical units consist of bone, cartilage, capsules, ligaments and tendons the understanding of how forces affect various parts must consider the properties of material of different morphological nature. Therefore attempts have also been made to investigate different collagen tissues with regard to their material characteristics.

Collagen shows visco-elastic behaviour which can be described by rheological models and correlated to morphological and chemical data.

The aim of these studies is to widen the background for further discussions in such orthopaedic problems where knowledge of material properties is essential.

*Biomécanique orthopédique Orthopädische Biomechanik*

Les organes de locomotion consistent en grande partie en structures de collagène, tissus conjonctifs dont la mission essentielle est de remplir une fonction mécanique. Des lésions se produisent lorsque des forces quelconques dépassent la résistance de la matière. Des maladies peuvent altérer les propriétés physiologiques des tissus. La chirurgie orthopédique reconstructive se voit souvent confrontée avec des problèmes où elle doit prendre égard aux propriétés mécaniques du collagène. La présentation actuelle rend compte de quelques unes des méthodes grâce auxquelles on enregistre les forces en jeu en particulier dans le tractus de l'articulation de la hanche et des vertèbres lombaires. Ces organes étant constitués par des os, des cartilages, des capsules articulaires, des ligaments, des tendons, l'interprétation de l'action des forces sur ces divers éléments implique la connaissance des propriétés individuelles des différents tissus. On a donc tenté de déterminer les propriétés physiologiques des différents collagènes.

Les collagènes présentent un comportement visco-élastique que l'on peut décrire au moyen de symboles rhéologiques et mettre en corrélation avec leur structure morphologique et chimique.

Le but de ces travaux est d'élargir la base où s'appuie la partie de la chirurgie orthopédique où les problèmes de résistance et de propriétés des tissus sont essentiels.

Die Bewegungsapparate bestehen zum grossen Teil aus kollagenen Strukturen, Stützgeweben, deren wesentliche Aufgabe es ist, eine mechanische Funktion auszuüben. Schäden entstehen, wenn die Kräfte die Haltbarkeit des Materials übersteigen. Krankheiten können die physikalischen Eigenschaften der Gewebe verändern. Die rekonstruktive Orthopädie wird oft vor Probleme gestellt, bei denen Rücksicht auf die mechanischen Eigenschaften des Kollagens genommen werden muss.

In der vorliegenden Veröffentlichung werden einige der Methoden beschrieben, mit denen das Kraftspiel vor allem im Hüftgelenk und in der Lendenwirbelsäule registriert wird. Da diese Organe u. a. aus Knochen, Knorpeln, Gelenkkapseln, Bändern und Sehnen aufgebaut sind, setzt die Deutung der Krafterwirkungen in solchen Gebieten auch Kenntnisse über die Beteiligung der einzelnen Materiale voraus. Deshalb sind auch Versuche durchgeführt worden, um die physikalischen Materialeigenschaften der kollagenen Gewebe zu bestimmen.

Kollagene Gewebe haben viskoelastische Eigenschaften, die mit rheologischen Symbolen beschrieben werden können und auf die morphologische und chemische Struktur des Materials bezogen werden.

Die Absicht mit diesen Arbeiten ist, zu versuchen, die therapeutische Unterlage für den Teil der orthopädischen Chirurgie zu erweitern, in dem Haltbarkeitsprobleme essentiell sind.

AHLBORG, BJÖRN & JOHAN BROHULT: Liver Reaction as Manifested by Increased Ornithine Carbamoyl Transferase Activity in Serum after Brief Strenuous Work and Prolonged Work in Man. *Försvarsmedicin* (Stockholm), 4: 133—140, 1968.

*Liver Reaction as Manifested by Increased Ornithine Carbamoyl Transferase Activity in Serum after Brief Strenuous Work and Prolonged Work in Man*

Twenty-one healthy subjects performed a short physical exercise test (mean work time 20 min) that was essentially limited by circulatory factors and they showed a significant rise in S-OCT immediately afterwards but no rise one week later. Nine of the subjects also performed a prolonged exercise test (mean work time 133 min), the duration of which was not essentially limited by circulatory factors. No rise in S-OCT after exercise was received. Various possible causes of the rises in S-OCT after physical exercise are discussed. In twelve of the subjects serum iron and S-LDH were analysed in connection with the short exercise test. The serum iron was significantly elevated immediately after exercise but no change was observed in the level of S-LDH.

*Réaction du foie manifestée par un accroissement de l'activité de l'«Ornithine Carbamoyl Transferase» dans le sérum après un exercice physique violent et bref et après un exercice prolongé, chez l'homme*

21 sujets d'expérience sains ayant effectué un effort physique de courte durée (temps moyen 20 mn), essentiellement limité par des facteurs circulatoires, présentent immédiatement après la cessation de l'effort une élévation significative S-OCT, mais ne la présentent pas une semaine après l'effort. 9 des sujets d'expérience ont également effectué un effort prolongé (temps moyen 133 mn), la durée de cet effort ne semblant pas avoir été limitée par des facteurs circulatoires. On ne constata en aucun cas d'élévation S-OCT après le travail. Discussion sur les diverses causes possibles d'élévation S-OCT après un effort physique. Sur 12 des sujets d'expérience, on a relevé la dose de fer sérique et le S-LDH en rapport avec un effort de courte durée. La teneur du fer sérique était significativement augmentée immédiatement après l'effort tandis que le S-LDH demeurait inchangé.

*Eine erhöhte Aktivität der Ornithin Carbamoyl Transferase im Serum als Ausdruck einer Leberreaktion nach kurzweiliger, schwerer Arbeit und langdauernder Arbeit beim Menschen*

21 gesunde Versuchspersonen, die eine kurzweilige, physische Arbeit (durchschnittliche Arbeitszeit 20 Minuten), wesentlich begrenzt durch zirkulatorische Faktoren, ausführten, zeigen unmittelbar nach abgeschlossener Arbeit eine signifikante S-OCT-Steigerung, die dagegen eine Woche nach der Arbeit nicht nachzuweisen ist. 9 Versuchspersonen führten auch eine langdauernde Arbeit aus (mittlere Arbeitszeit 133 Minuten), wobei die Länge der Arbeitszeit die zirkulatorischen Faktoren nicht begrenzt zu haben scheint. Hierbei wurde keine S-OCT-Steigerung nach der Arbeit beobachtet. Verschiedene denkbare Ursachen der S-OCT-Steigerung nach physischer Arbeit werden diskutiert. Bei 12 Versuchspersonen wurde Serumisen und S-LDH in Zusammenhang mit kurzweiliger Arbeit analysiert. Der Serumisenengehalt war unmittelbar nach der Arbeit signifikant erhöht, während S-LDH keine Veränderungen aufwies.

EHRSTRÖM, CHRISTMAN: Krigskirurgi i Nigeria.  
Försvarsmedicin (Stockholm), 4: 152—157, 1968.

*Combat Surgery in Nigeria*

During the Nigerian hostilities, the International Committee of the Red Cross in Geneva sent surgical teams to the various combat areas. A Swedish surgical team, led by the author, worked for two months at the front hospital in Agbor, a town in Mid-Western Nigeria. The hospital contained 84 beds, an operating theatre, plaster room, anaesthetics and X-ray sections. Apart from the ICRC, the personnel consisted of 14 nurses, 2 surgical assistants, 1 laboratory technician, and 1 X-ray technician. The work was performed under field hospital conditions with the technical assistance of the Nigerian Army. Shock was treated with NaCl, Ringer's solution, Macrodex, and concentrated bicarbonate solution. There was no blood bank. Transport of wounded from the front to the hospital was difficult and usually took about 2 hours.

During the period 12 December 1967 to 2 February 1968, a total of 60 combat injuries (vulnera sclopetaria) were operated on at the hospital. The number of lesions to the extremities was 52, the number of laparotomies 7, and of thoracotomies 1. Four patients died in conjunction with surgery (7%). 551 soldiers were treated as outpatients. Infectious diseases, such as malaria, staphylococcal infections, yellow fever and filariasis, were common. Tetanus and gangrene were encountered. Resistance to penicillin was high. The total number of in- and outpatient soldiers treated was 1,055.

*Chirurgie de guerre en Nigeria*

Au cours de la guerre de Nigeria, le Comité International de la Croix Rouge de Genève envoya sur les lieux de combats des équipes de chirurgiens. Une équipe chirurgicale suédoise, sous la direction de l'auteur, travailla pendant deux mois à l'hôpital de première ligne d'Agbor, ville de Nigeria occidentale. Cet hôpital comportait 84 lits, une salle d'opération, une salle de plâtrage, un service d'anesthésie et de radiologie. En plus des membres du CICR, le personnel se composait de 14 infirmières, 2 assistants d'opération, 1 technicien de laboratoire et 1 technicien radiologue. L'assistance médicale a pu être assurée, dans des conditions de campagne, grâce à l'aide technique de l'Armée nigérienne. Pour les traitements de choc on utilisa du NaCl, de la solution de Ringer, du Macrodex et de la solution concentrée de bicarbonate. Il n'y avait pas de banque du sang. Les transports, du front à l'hôpital, étaient difficiles et demandaient une moyenne de deux heures.

Du 12 décembre 1967 au 2 février 1968, l'hôpital d'Agbor eut à opérer 60 blessures de guerre (vulnera sclopetaria) dont 52 blessures d'extrémité, 7 laparotomies et 1 thoracotomie. Quatre patients décédèrent à la suite de l'opération (7%). 551 soldats furent traités en soins ouverts. Les maladies infectieuses, malaria, infections de staphylocoques, fièvre jaune et filariose, étaient fréquentes. Il y eut également des cas de

*Kriegschirurgie in Nigeria*

Während des Krieges in Nigeria sandte das Internationale Komitee des Roten Kreuzes (ICRC) in Genf eine Gruppe Chirurgen nach den Kriegsschauplätzen. Eine schwedische Gruppe arbeitete unter der Leitung des Verfassers zwei Monate lang am Frontlazarett in Agbor, einer Stadt im mittleren West-Nigeria. Das Lazarett hatte 84 Betten, Operationssal, Gipsraum, Narkose- und Röntgenabteilung. Ausser ICRC-Angehörigen bestand das Personal aus 14 Krankenschwestern, 2 Operationsassistenten, 1 Laboratoriumstechniker und 1 Röntgentechniker. Die Krankenpflege konnte unter feldmässigen Verhältnissen mit technischem Beistand der nigerischen Armee aufrechterhalten werden. Für Schockbehandlungen wurden NaCl, Ringerlösung, Macrodex und konzentrierte Bikarbonatlösung verwendet. Eine Blutbank gab es nicht. Die Transporte von der Front zum Lazarett waren beschwerlich und dauerten durchschnittlich 2 Stunden.

In der Zeit vom 12. Dezember 1967 bis zum 2. Februar 1968 wurden im Lazarett in Agbor 60 Kriegsschäden (vulnera sclopetaria) operiert. Davon betrafen Extremitätsschäden 52, Laparatomien 7 und Thoracotomien 1. Vier Patienten starben im Anschluss an die Operation (7%). Ambulant wurden 551 Soldaten behandelt. Infektionskrankheiten wie Malaria, Staphylokokkinfektionen, gelbes Fieber und Filariosis kamen häufig vor. Tetanus und Gang-

162 civilian patients were also treated at the hospital. Most of them could be remitted to a civilian hospital in Agbor.

tétanos et de gangrène. La résistance à la pénicilline était grande. Le nombre total de soldats traités en soins ouverts et fermés s'élève à 1.055.

162 patients civils furent également traités à l'hôpital. La plupart furent repris par un hôpital civil d'Agbor.

rän kamen vor. Die Resistenz gegen Penicillin war gross. Die Anzahl der ambulant und stationär behandelten Soldaten betrug insgesamt 1055.

162 zivile Patienten wurden ebenfalls im Lazarett behandelt. Die meisten fanden in einem zivilen Krankenhaus in Agbor Aufnahme.

## Aktuell debatt

Försvarsmedicin 15.7.1968

### Aktuella krigsmedicinska erfarenheter

I monografien »Grundlagen der Militärmedizin» av den östtyske generalläkaren Kurt Geiger (Deutscher Militärverlag Berlin 1964) ger författaren inledningsvis en motivering till behovet av en krigsmedicinsk lärobok. Den ur historisk-sociologisk synvinkel välkända delen av samhällsutvecklingen omfattar enligt Geiger de sista 5 600 åren. Av denna tidsperiod har historikerna funnit att 292 år varit fria från dokumentariskt verifierade krig. Av 5 600 år har alltså 292 varit fredsår utan kända krig. Under den övriga tidsrymden har utkämpats 14 531 större och mindre krig varvid ca 3 640 000 000 människor beräknas ha dödats av krigshandlingar. Mot bakgrund härav anser Geiger utbildning i krigsmedicin fortfarande motiverad.

Från historiens gryning och fram till början av 1900-talet har antalet dödsfall på grund av sjukdom väsentligt överstigit antalet på grund av stridsskador dödade. Vändpunkten blev första världskriget. År 1898 deltog den unge kavallerilöjtnanten Winston Churchill i slaget vid Omdurman. Härom säger han i »Min ungdom», att det var en batalj där i värsta fall trettio eller fyrtio man gick förlorade inom varje regemente. Döden var endast ett spännande inslag i en härlig sport. Sexton år senare rasade det första världskriget, »där chanserna var omkastade, där döden var vad man allmänt väntade sig och där de allvarligt sårade ansågs ha kommit lyckligt undan, där hela brigader mejades ned av artilleriets och kulsprutornas eld, där de som överlevt en tornado visste, att de med säkerhet skulle uppslukas av nästa eller den därpå följande».

Från och med första världskriget har fysiska stridsskador varit den helt dominerande dödsorsaken i krig. Samtidigt drogs hemorten in i krigshandlingarna genom bombanfall mot civilbefolkningen. Under första världskriget dödades 2 144 och sårades 4 802 tyskar och engelsmän vid inalles 708 engelska och tyska bombanfall mot hemorter i Tyskland och England. I det andra världskrigets slutskede dödades 106 000 och sårades 110 000 civila människor vid två enstaka

amerikanska anfall mot japanska städer. Totalantalet dödade i andra världskriget beräknas till ca 56 milj människor.

Utvecklingen från de 30 till 40 saknade soldaterna per regemente vid slaget vid Omdurman till mångmiljonförlusterna under andra världskriget skedde inom en tidrymd mindre än femtio år.

Stridsmedlens skadeverkningar har alltså kraftigt ökat under det sista seklet. Trots detta finner man att dödligheten sjunkit alltmer under det senaste århundradets krig bland skadade som omhändertagits av sjukvårdsorganen. Den moderna fältsjukvården skapades under Krimkriget. Sedan dess har fältsjukvården tillmätts allt större betydelse. Första och andra världskriget tvingade fram en mängd medicinska upptäckter som sedan kommit fredssjukvården till del. Tiden därefter har emellertid ej varit fri från krig. Indokina- och Korea-krigen innebar något av en revolution för fältsjukvården i det att de under andra världskriget förbättrade kirurgiska metoderna, bättre läkemedlen, bättre vårdmetoderna osv kompletterades med tidigt insatt chockbehandling med blod tillgängligt framme vid fronten, standardiserade behandlingsmetoder inom olika delar av sjukvårdskedjan men framförallt väsentligt förbättrade transportmöjligheter. Under 60-talet har Vietnamkriget dominerat debatten. Även Israels 6-dagarskrig har emellertid gett en mängd krigsmedicinska erfarenheter och fn pågår ett blodigt inbördeskrig i Nigeria, varifrån Stockholmsläkaren Christman Ehrström i detta nummer av Försvarsmedicin ger färiska intryck om fältsjukvården.

Under andra världskriget tillfördes Sverige erfarenheter inom krigsmedicinens område dels genom de läkare som frivilligt tjänstgjorde inom finska krigsmakten och dels genom studiebesök vid olika frontavsnitt och bombutsatta städer av specialistgrupper. Även under Korea-kriget tjänstgjorde ett stort antal svenska läkare inom ramen för FNs biståndsverksamhet vid frontnära medicinska enheter. Mycket utav dessa erfarenheter har under det nuvarande decenniet övat sitt inflytande på vår krigsplanläggning.

Krigsskådeplatsen i Vietnam har däremot hittills varit stängd för krigsmedicinska studiegrupper från vårt land. Två typer av studier torde kunna genomföras här. På den sydvietnamesiska-amerikanska sidan har de amerikanska styrkorna skapat förutsättningarna för vad man

skulle kunna kalla »krigssjukvårdens ouppnåeliga ideal». På den nordvietnamesiska sidan torde finnas stora möjligheter att bedriva krigsmedicinska studier av stor betydelse för framförallt civilförsvarets och det allmänt civila medicinalväsendets planläggning av den första delen av den medicinska omhändertagandedekedjan.

Från krigsmakthåll har man i flera år sökt utverka tillstånd för att få genomföra studier i Vietnam. Trots flerårigt sonderingsarbete har det emellertid icke hittills bedömts möjligt och lämpligt att sända läkare anknutna till svenska krigsmakten till någondera sidan. Helt civila läkare torde däremot numera kunna få tillstånd att verka på båda sidor inom ramen för internationella biståndsprojekt.

Våra studier av Vietnamkriget måste alltså bygga på dokumentationsarbete, redogörelser vid amerikanska försvarsmedicinska kongresser i Europa och USA som återkommer regelbundet och vid vilka vi hittills blivit regelbundet inbjudna samt attachérapporter. Dominansen är tyvärr total för amerikanska erfarenheter av det enkla faktum att några rapporter eller vetenskapliga artiklar rörande krigsmedicinska problem i Nord Vietnam hitintills icke publicerats i för oss tillgänglig litteratur. En första mera omfattande och ingående rapport från Vietnam presenterades vid USAREUR Medical-Surgical Training Conference i Garmisch Parten Kirchen i maj 1966. Dessa erfarenheter har sedermera publicerats i *Current Problems in Surgery*, November 1966: *Military Surgical Practices of the United States Army in Viet Nam* (Leonard D. Heaton, Carl W. Hughes, Harold Rosegay, George W. Fischer och Robert E. Feighny). De erfarenheter som framlagts i detta material har i efterföljande rapporter bekräftats.

En annan krigsskådeplats av betydelse ur krigsmedicinsk studiepunkt var 6-dagarskriget mellan Israel och Egypten den 5—10 juni 1967. Här hade vårt land en mera direkt bevakning genom att Katastrofmedicinska Organisationskommittén med kort varsel sände överläkarna Sten Meurling i Sundsvall och Per-Erik Wiklund i Danderyd som observatörer till Israel med uppgift att i första rummet studera blod- och vätskeförsörjningen samt chockbehandlingen. De anlände till Tel Aviv redan den 21/6 1967 och kunde alltså själva genom besök vid olika sjukhus samla förstahandsintryck av såväl skadetyper som behandlingsprinciper. Deras erfarenheter

finns publicerade som Rapport VII i Katastrofmedicinska Organisationskommitténs rapportserie. Ett kort utdrag återfinnes också i *Läkartidningen* nummer 12 den 20 mars 1968.

Juni-kriget har också studerats av förste flygläkaren Ulf Brandt vid flygstaben främst ur transportsynpunkt. Han har redovisat sina intryck i *Läkartidningen* i september 1967 nr 37. Utöver dessa svenska rapporter har Israel-kriget jämväl avhandlats i internationella försvarsmedicinska tidskrifter.

Det finns alltså en hel del material för att möjliggöra en jämförande värdering av krigsmedicinska erfarenheter från andra världskriget och Koreakriget med aktuella krig, där åtminstone den ena parten representerar en hög medicinsk standard enligt vårt sätt att se.

De krigsmedicinska erfarenheter Christman Ehrström redovisar från sin tjänstgöring vid årsskiftet 1967/68 på uppdrag av Röda Korset vid frontsjukhuset i Agbor kommer från ett område med lågt utvecklad teknologi. Även om förhållandena i många avseenden i Nigeria icke på något sätt är överförbara på Sverige framhäver Ehrströms rapport betydelsen av krigsmedicinens olika hörnstolpar i ett koncentrat. Rapporten ger också klart belägg för, att även om dödligheten i krig på grund av krigshandlingar och sjukdomar minskat under det senaste seklets krig så medför krig alltid en ökad sjuklighet. Detta kan få katastrofala följder om de förebyggande åtgärderna bland soldater och civilbefolkning är ofullständiga.

Beträffande de krigskirurgiska skadornas omfattning framhåller Ehrström att de är större än man förutsätter och de postoperativa komplikationerna är många. Ehrström säger också att den operativa krigskirurgin innehåller rikliga tillfällen till improvisationer och egna vägar att operera på. Detta är naturligtvis en felaktig slutsats. Den operativa krigskirurgin måste inläras i fred inom ramen för den ordinarie läkarutbildningen respektive militärläkarutbildningen. Vidare måste all behandling följa standardiserade principer i en medicinsk katastrofsituation.

Det var under Koreakriget som man började ägna allt större uppmärksamhet åt betydelsen av kontinuitet i det medicinska handlandet. En sårad som åker bakåt i en sjuktransportkedja blir föremål för flera bedömanden av olika läkare, som var och en är ansvarig på sin nivå. Här finns bara en möjlighet, nämligen att behandla alla

efter standardiserade behandlingsprinciper. Detta genomfördes i slutet av Koreakriget och är nu regel för att icke säga en lag i Vietnam.

De amerikanska principerna tillämpades också av Israel under 6-dagarskriget. I Meurling och Wiklunds Israelfrapport finns dessa behandlingsprinciper vad gäller krigskirurgiska skador i bilagor dels på engelska och dels i svensk översättning av de väsentligaste delarna. Det är en påminnelse om de klassiska reglerna om tidig revision, avstå från hudsuturer, dränera utan tamponad, immobilisera såret, antibiotikaskydd, sekundärsutur eller fördröjd primärsutur. Därutöver återfinnes regler för omhändertagande av skador som fredstida kirurger sällan ser t ex genomskottssår samt vård beträffande omhändertagande av skallskador, cervikala skador, kärlskador, thorax- och bukskador, urinvägsskador, frakturer på långa rörben och maxill- och faciala skador, som bygger på ingående krigskirurgiska erfarenheter.

Erfarenheterna från Vietnam och Israel framhåller också betydelsen av tidig specialisering i vården. Så har t ex varje amerikanskt sjukhus i Vietnam minst en kirurg, som är kapabel att utföra kärloperationer. Därigenom räddas upp till 80 % av extremiteterna, som tidigare bedömts som amputationsfall. Man satsar också hårt på thoraxkirurger, neurokirurger och käkskadespecialister. Detta leder till att de svåra kirurgiska skadorna sköts av specialister från ett mycket tidigt stadium av omhändertagandet medan de sk allmänkirurgiska skadorna sköts av yngre ofta mindre erfarna läkare, vilket ger en högre grad av sårkomplikationer.

Beträffande narkosen framgår av Meurling och Wiklunds rapport att i ett stort antal fall företagits anaestesi och intubation utan föregående nedsättande av ventrikelsond hos patienter, där laparotomi företagits inom en timme efter skadan. Det snabba omhändertagandet och transporten till definitiv vård innebär att narkotika eller annan preoperativ medicinering numera sällan användes före anaestesi och operation. Såväl erfarenheterna från Vietnam som Israel visar, att traumatisk anuri är ytterst sällsynt om sårade med större skador får initial vätskebehandling redan vid det första omhändertagandet i de främre linjerna.

Som exempel på moderna behandlingsprinciper kan nämnas de som tillämpades vid bassjukhuset i Beersheba och som finns medtagna i Meurling

och Wiklunds rapport. Detta sjukhus fick under 3½ dygn taga emot 170 skadade i mer eller mindre svår chock. Till 100 svårt skadade gavs 900 enheter blod. Följande regler följdes:

1. Ringer-lactat eller dextran under transporten från de främre linjerna.
2. Om chocktecken vid inkomsten till bassjukhuset gavs tre enheter blod under övertryck efter kontrollgruppering och korstest. Samtidigt fortsatte undersökning, röntgen och förberedelse för operation.
3. Om patienten inte svarade omedelbart på chockbehandling med blod, gavs 44—88 mEqv natriumbikarbonat direkt intravenöst för acidobekämpning. Därefter gavs ytterligare blod i massiva transfusioner och Ringer-lactat under kontroll av centrala ventrycket.
4. Cathéter à demeure lades på alla som visat chocktecken, och urinmängderna mättes och kontrollerades.
5. Vasopressordroger användes ej. Plasma och albumin fanns men hade ej använts.

Blodtillgången var i Israel god. Vid krigsutbrottet fanns 15 000 enheter blod i beredskap och man hade gjort klart för tappning av 2 000 enheter blod dagligen under de följande krigsdagarna. Även i Vietnam är blodtillgången tillfredsställande. Lokala bristsituationer uppstår emellertid där bland annat på grund av de långa transportvägarna från Japan och Filippinerna. Mot bakgrund härav framstår den amerikanska krigsmaktens intresse för blodfrysningsfrågan som självklar. Det är en avsevärd utdatering av ACD-blod i Vietnam. Möjligheterna till lokal tappning är begränsade, då man icke kan välja tillräckligt med givare. Djupfryst blodkroppskoncentrat 0 Rh-lagras därför bl a ombord på lasaretsfartygen USS Repose och USS Sanctionary samt i marin-kårsbasen i Da Nang och flygs med helikoptrar till bristområden. Behovsiffrorna för blod har ständigt ökat under de sista decenniernas krig. I början av andra världskriget gav man 20 enheter per 100 sårade, i Vietnam räknar man med behov av 190 enheter per 100 sårade.

När man försöker göra jämförelser och bedöma resultatet av medicinska insatser i olika krig måste naturligtvis stridsmedel och skadetyper komma med i bilden. Under andra världskriget och Koreakriget orsakade splittr från bomber, artillerigranater och minor ungefär 75 % av alla sårskador. I Vietnam-kriget uppges bomb-, raket- och granatsplitter svara för nära 50 % av sårskadorna medan eld från hand- och automateldvapen svarar för ca 43 %. På grund av den myc-

ket höga kulhastigheten i moderna finkalibriga eldvapen ger dessa upphov till svåra mjukdelslacerationer och omfattande multipla inre organrupturer. Likartade skador orsakas av en liten trappmina kallad Claymore-minan som vid utlösning sprider ett stort antal sfäriska fragment med hög utgångshastighet.

Från Sinai-fronten rapporterade man att det på egyptisk sida använts en liten trappmina av helt ny typ. Den var stor som en tvåkrona, helt i plast, utom en liten detonator, och den hade strötts ut i tusentals i sanden alldeles under ytan. Explosionen åstadkom hundratals små sår. Skadorna var i allmänhet ej dödliga.

I Vietnam är nära 10 % av sårskadorna bland amerikanerna orsakade av primitiva vapen av typ spikbräddor, som slår upp och sargar sönder ansiktet och bålén då man trampar på dem, och spetsade bambupålar doppade i avföring ned-satta i kamouflerade gropar längs vägar och stigar. Denna primitiva stridsteknik medför multipla höginfektade sticksador ofta med delar av stickorna kvar i såret. Såren måste trots sin skenbara obetydlighet behandlas som andra infekterade stridsskador, dvs med fullständig sårtoalett och antibiotika. Annorlunda behandlade eller obehandlade dylika skador är till 99 % höginfektade vid ankomsten till de bakre belägna sjukhusen. Man har inte fått några tetanusfall, vilket tillskrivs obligatorisk vaccinering. Endast ett fåtal gangränfall har rapporterats. Under det sista halvåret har Nord Vietnam börjat sätta in betydligt modernare vapen som stridsvagnar, artilleri- och raketvapen. Detta kommer sannolikt att ge en annorlunda bild av frekvensen av skadetyper, när rapporterna är bearbetade.

Beträffande skadornas lokalisation bland de sårade amerikanerna dominerar de nedre extremiteterna med 40 % av alla skador. Därefter kommer huvudet och nacken med 12 %. Frekvensen buk- och thoraxskador anges till 15 %, vilket är lägre än under andra världskriget och Koreakriget.

I 6-dagarskriget var bland de israeliska trupperna den vanligaste skadetyper massor av större och mindre sår och lacerationer orsakade av splitter från granater och minor. Skadorna på Syrisk fronten var i stor utsträckning inom övre delen av kroppen, på grund av att striderna har förts i en mycket kuperad terräng. Brännskador förekom framförallt bland stridsvagnsbesättningar

och på syriska fronten också efter bombning med napalm.

Man har alltså bland de amerikanska styrkorna i Vietnam samt i Israel satsat den moderna medicinens alla tekniska resurser inom fältsjukvården. Att så kan ske åligger det medicinens företrädare att planera och utbilda för. Däremot kan det icke anses vara ett renodlat medicinskt ansvar att de sårade kommer i kontakt med den medicinska tekniken så snabbt som möjligt. Man brukar här tala om krigskirurgins s k gyllene 6-timmars regel som står som ett mål att sträva efter för alla som planlägger för medicinska katastrofinsatser. Den skadade måste komma till definitiv behandling, dvs operation snarast möjligt. I brådskande fall bör operation ske inom 6 timmar. Detta gäller alldeles särskilt för bukskador men även för brännskador och många andra skadetyper. Varje timma som går över 6-timmarsgränsen medför betydligt mindre chans för den skadade att överleva.

Ännu under andra världskriget var det snarare undantag än regel att 6-timmarsregeln kunde förverkligas. I en serie omfattande 3 310 fall av buk- och thoraxskador inom amerikanska europarmén från september 1944 till maj 1945 kunde blott 20 % bli föremål för initial kirurgi inom 5 timmar. Mellan 6 och 11 timmar efter skadetillfället omhändertogs ytterligare nära 50 %, mellan 12—24 timmar ca 25 % under det att för ca 7 % av de skadade den kirurgiska vården insattes efter 24 timmar. Mortaliteten var 7 % för de 70 % av fallen som opererades inom 12 timmar och 30 % för de 30 % av fallen som opererades efter 12 timmar (Beebe & De Bakey). Det är mot bakgrund härav av stort intresse att notera, att bland de amerikanska trupperna i Korea var den genomsnittliga tiden 6½ timmar från skadetillfället till definitivt kirurgiskt ingrepp. Bland de franska Indokina-trupperna var motsvarande tid ca 4 timmar för att i Vietnam ha bringats ned till mellan 1 och 3 timmar för 95 % av de svårare skadade, dvs siffror som är lika bra eller bättre än vad som gäller fredstida olycksfall i vårt land idag.

I junikriget i Israel överskreds tidsintervallen mellan skadetillfälle och ankomst till krigssjukhus inte 12 timmar. För svåra fall reducerades denna tid till i medeltal 3—4 timmar inklusive behandlingstiden på förbandsplatsen. Siffrorna är intressanta inte minst med hänsyn till Israels storlek (obetydligt större än Värmland) och totala flyg-

herravälde efter utraderingen av de arabiska flygstridskrafterna i krigets inledningsskede. Totalantalet skadade uppgavs till mellan 2 600 och 3 000 varav ca 1 200 från det egyptiska frontavsnittet. Hela Israel hade förberett sig på att kunna ta in ca 10 000 krigsskadade på sjukhusen. Förberedelserna hade således drivits långt utöver vad som visade sig vara nödvändigt. Av de 3 000 skadade uppgavs en tredjedel vara svårt skadade och en tiondel skulle haft livshotande skador. Några uppgifter om mortalitet finns ännu ej att få.

Sammanfattningsvis finner man alltså, att dödligheten sjunkit allt mer under det senaste halvseklens krig bland skadade som omhändertagits av sjukvårdsorganen. Detta har skett trots att stridsmedlens skadeverkningar kraftigt ökat. Medan dödligheten hos omhändertagna skadade under Krim-kriget sålunda var 16,7 % och under första världskriget 8,2 %, kunde den andra världskriget nedbringas till 4,5 % för att under striderna i Korea minskas till 2,5 %, i Indokina gå ner till 2 % och i Vietnam till den även för fredsvård fantastiska siffran 1,58 %. Fram till och med andra världskriget möjliggjordes denna sänkning av dödligheten främst av rent medicinska framsteg såsom förbättrade kirurgiska metoder, bättre läkemedel, bättre vårdmetoder etc. Från och med Koreakriget har tillkommit dels tidigt insatt chockbehandling med blod tillgängligt framme vid fronten, standardiserade behandlingsmetoder inom olika delar av sjukvårdskedjan men framförallt väsentligt förbättrade transportmöjligheter. Härigenom har den sena dödligheten sjunkit, medan den tidiga dödligheten fortfarande varit och är relativt hög ända tills Vietnamkriget. Under första världskriget inträffade sålunda huvudparten av dödsfallen under de fyra första dygnet, medan under andra världskriget flertalet dödsfall inträffade under första dygnet. Även i Vietnam gäller regeln att majoriteten av de skadade, som dör av sina skador avlider relativt snart efter skadetillfället. Skillnaden mellan Vietnam och tidigare krig är emellertid att betydligt flera dör så att säga under vård. För omhändertagna sårade som flygs direkt från skadeplatsen till bakre sjukvårdsenheter av typen field eller evacuation hospitals i s k MUST-enheter uppges 2,7 % dödlighet inom 24 timmar. Ser man däremot på mortaliteten på sårade omhändertagna vid de främre enheterna motsvarande våra bataljons- och brigadförbandsplatser är den blott 0,2 % be-

roende på att de flesta sårade flygs direkt till kvalificerade vårdenheter. Genomsnittssiffran blir som tidigare framhållits 1,58 %.

Siffrorna från fransmännens Indokina-krig och amerikanska styrkorna i Vietnam framstår som ännu mer fantastiska om man betraktar förhållandet mellan kvarblivna döda på slagfältet och totala antalet sårade i några olika krig. För 70 år sedan var risken fifty-fifty för en som blev sårad på slagfältet att han också skulle dö där, under flera decenniers krig var den sedan 1 på 3, i franska Indokinakriget 1 på 4 för att i Vietnam ha minskat till 1 på 8. Sett ur en annan synvinkel innebär detta att för många sårade, som flygs till de bakre sjukvårdsenheterna, är gränsen mellan liv och död svävande vid behandlingens inledning. Mot bakgrund härav synes också siffran 2,7 % dödlighet för sårade omhändertagna vid de bakre enheterna som synnerligen beaktansvärd.

Modern fältsjukvård typ US Forces förfogar alltså över alla den moderna medicinska teknikens resurser jämte välutbildad personal. Genom att snabbt låta de sårade och skadade bli omhändertagna med dessa resurser nås resultat bättre än i fredstida traumatologi. Orsaken härtill är transportorganisationen.

I Korea- och Indokina-krigen började transporterna från främre förbandsplatser bakåt i allt högre grad att ske med helikopter. I Vietnam genomförs 99 % av alla sjuktransporter från stridszonen och bakåt med helikopter. Som tidigare framhållits är transporttiden från skadeplats till definitiv vård mindre än 3 timmar för 95 % av de omhändertagna. Genomsnittliga flygtiden ligger mellan 40 och 50 minuter per företag.

Man har utvecklat en ny taktik i det att läkarna och övrig personal vid Battle Aid Group Station, motsvarande vår bataljonsförbandsplats, följer med helikoptrarna fram till avhämtningsplatsen. Här får de sårade blod inklusive livräddande kirurgi, varefter de direkt flygs till kvalificerade sjukvårdsenheter för definitiv vård. I samband med avhämtningen understöds de Röda Kors-märkta helikoptrarna av eld från hovrande handeldvapenarmerade helikoptrar, s k gun-ships.

När man beaktar helikopterinsatsen i Vietnam måste man naturligtvis göra det i beaktande av totalförlustsiffrorna. Under de första fem åren av Vietnam-kriget från den 1 januari 1961 till den 26 mars 1966 var totalförlusterna 30 505 man

varav 27 103 sårade och skadade och 3 402 dödade på slagfältet. Under 2-årsperioden 27 mars 1966 fram till 1 mars 1968 har totalförlusterna uppgått till drygt 123 000 man varav 108 000 sårade och skadade och drygt 15 000 döda på slagfältet.

Under de senaste två årens upptrappning här alltså förlusterna ökat väsentligt. Som ett mått på de största förlusterna kan tagas en veckas strider i februari i år med 4 329 sårade och skadade och 923 stupade. Totalt gör detta 5 252 man på en vecka eller 750 man per dag. Efter som US Forces för närvarande uppgår till drygt 1/2 miljon man innebär detta en förlust av 1 1/2 man per 1 000 och dag. Därtill kommer avförda på grund av sjukdom, som anges till 5 fall på varje traumatiskt fall, dvs i allt ca 8 man per 1 000 och dag. Dessa siffror kan jämföras med förlustsiffrorna vid invasionen i Normandie år 1944 då avgången uppgick till 30 man per 1 000 och dag.

Man bör vidare beakta att alla transporter såväl i Indokina, Korea som i Vietnam avsedda för sjukvården sker under den allmänna förutsättningen av totalt luftherravälde. Såväl transporter-na till stridszonen av personal, läkemedel, blod, materiel m m — alltid i rekvirerad mängd — som evakueringen av sjuka, skadade och sårade — alltid i önskad omfattning — kan i regel äga rum vid den önskade tidpunkten. Man måste också komma ihåg att detta är erfarenheter från krig där man icke behöver beakta någon totalförsvarsaspekt, då man från militärt håll framställer krav på mera resurser.

De nu redovisade erfarenheterna visar emellertid att framsteg inom krigsmedicinen i modern tid till icke ringa del är avhängig av tillgången till snabba men ända skonsamma transporter. Endast genom snabbast möjliga transport bakåt kan man få den skadade till behandling på de sjukvårdsenheter längre bak i behandlingskedjan vid vilken definitiv kirurgisk behandling kan utföras inom kirurgiskens gyllene 6 timmar.

Även i 6-dagars-kriget lade Israel stor vikt vid helikoptertransporter. De sårade flögs från first aid stations vid fronten till fältsjukhus eller till hemortssjukhus. Helikopterlandningsplatser finns sedan länge på flertalet större sjukhus i Israel. Redan efter något dygn, när fronten förskjutits längre fram från fältsjukhusen, fann man det emellertid mer ändamålsenligt att föra de sårade direkt från förbandsplatsen till bassjukhusen.

Regeln var här att om de sårade icke inom 1 timme kunde omhändertagas på fältsjukhus, flögs de direkt bakåt. Detta innebar med de korta transportvägarna i Israel blott en förlängning av transporttiden på 20—30 minuter. Helikoptrarna — ett 20-tal — kunde i regel ta 5—8 liggande patienter, en del upp till 14. Även det israeliska inrikesflygets plan användes för många patienttransporter. Dessa plan är så utrustade att de snabbt kan ändras från passagerarplan till sjuktransportplan med en kapacitet av 20 bärar. Läkare och annan sjukvårdspersonal med utrustning följde alltid med helikoptrar och flygplan.

Man hade alltså i Israel tillgång till en helikopter- och flygtransportorganisation avpassade för sjuktransporter, vilken kompletterade landsvägstransporterna. Även om de flesta transporter-na av de sårade gick på marken, betydde de luftburna transporter-na sannolikt mycket för de svårt skadade och för motivationen bland de stridande. Hälften av de ca 3 000 skadade kom under läkarbehandling på fältsjukhus eller bassjukhus inom 6 timmar. På Sinaifronten kunde för några fall rapporteras tider på upp till 24 timmar mellan skada och sjukhusvård. Vid den syriska fronten kom flertalet sårade under sjukhusmässig läkarvård inom 40—60 minuter efter skadetillfället.

Önskemålet om lufttransporter med flyg och helikopter i största möjliga utsträckning inom vår svenska krigssjukvårdsorganisation framstår här i bjärt belysning. Man behöver bara nämna övre Norrland, Gotland och våra marina basområden inom mellersta Norrland, Stockholms, Blekinges och Bohuslans skärgårdsområden för att exemplifiera områden inom vilka skadade vid en katastrof-, beredskaps- eller krigssituation lätt hotas av vänte- och transporttider som ligger långt över de eftersträvdsvärda högst 6 timmarna. Mycket återstår här att göra såväl organisatoriskt som beträffande materiel och personal. Någon militär helikopterorganisation avsedd exklusivt för sjuktransporter ryms icke inom nu gällande anslagsramar. Tyvärr har vi också ont om såväl helikoptrar som förare redan i fredssamhället, vilket låser våra möjligheter inför en beredskaps- och krigssituation. Inom en 10-årsperiod torde emellertid helikoptersjuktransporter med landningsbanor vid våra sjukhus vara betydligt vanligare än för närvarande. Då kan också krigssjukvården ändras i anslutning härtill.

Avslutningsvis skall framhållas att i denna rapsodiska framställning av aktuella krigsmedi-

cinska erfarenheter har hälsovården kommit att inta en underordnad roll till förmån för de mera dramatiska delar av krigsmedicinen, som handlar om stridsskadorna. Men även om den helt dominerade dödsorsaken i krig numera är fysiska stridsskador spelar fortfarande vanliga sjukdomar och infektioner en oerhörd roll i krig om man ser det mot bakgrund av förlorade tjänstgöringsdagar. Detta gäller inte blott primitiva miljöer av den typ Christman Ehrström beskriver i sin rapport utan jämväl en i förebyggande hälsovård väl utbildad och väl genomvaccinerad trupp som den amerikanska. I Vietnam är relationen mellan traumatiska fall (såväl stridsskador som skador av olycksfall av annat ursprung) och medicinska fall som tidigare berörts 1 på 5, dvs på 100 omhändertagna utgörs 80 av fall orsakade av sjukdom. Det allt överskuggande bekymret utgöres av malaria. Denna är av svårartad typ orsakad av en kloroquinprofylaxresistent stam av plasmodium falciparum som framkommit i Vietnam. Stammen är resistent mot flertalet äldre syntetiska kininoider men låter sig förebyggas och behandlas med äkta kinin och vissa nya syntetpreparat bl a pyrimethamine. Malarian är av så svår natur att bland de amerikanska styrkorna gäller en stående order, att varje malariafall skall behandlas som ett akut medicinskt problem med högsta prioritet. De rykten som gick hösten 1965 att detta skulle vara någon form av aktiv B-krigföring har sedermera helt dementerats och denna typ av malaria har också rapporterats från Mellan- och Sydamerika.

Aktuella krigsmedicinska erfarenheter framhåller en mängd faktorer av betydelse även för vår egen krigsplanläggning. De utländska erfarenheterna ger emellertid naturligtvis bara konturer för vårt eget handlande. Detaljerna i vår planläggning fordrar en noggran anpassning till våra egna förhållanden. Därvid fordras också komplement från vår inhemska försvarsmedicinska forskningsorganisation. Och intet tecken finns i nuläget som säger att icke försvarsmedicinsk forskning och utbildning fortfarande är ytterst angelägna uppgifter i Sverige. För att de medicinska framstegen därvid skall ge optimal utdelning inom en krigssjukvårdsorganisation krävs väsentlig satsning även inom andra områden än de rent medicinska, framförallt då en modern lösning av transportproblematiken avpassad efter vårt lands egna förutsättningar.

BeB

## Meddelanden

Red: Departementssekreterare *Per-Arne Pettersson*

Resultat från den första 3-års perioden inom Katastrofmedicinska organisationskommittén

### *Specifik målsättning*

Projektet syftar till att tillföra landet kunskap om människans situation och reaktioner vid katastrofer av olika slag samt att ge svenska befattningshavare, företrädesvis läkare, direkt och personlig erfarenhet av katastrofer.

Dessa erfarenheter skall kunna ligga till grund för svensk katastrofplanering för fred och krig.

### *Metodik*

Den egentliga katastrofforskningen utföres av en kader av 52 observatörer, huvudsakligen läkare. De är vaccinerade, försedda med pass och beredda att med ytterligt kort varsel sändas ut till vilken plats på jorden som helst, där en katastrof inträffat. De skall där insamla all information som de bedömer vara av katastrofmedicinskt intresse. De skall ta reda på vad som fungerat och vad som inte fungerat, hur räddningsarbetet bedrivits, hur det första omhändertagandet skett, eventuell sortering, var och hur den slutliga vården givits etc.

De skall sedan i samarbete med sekreteraren åstadkomma en sammanställning av sina erfarenheter.

Rapporterna från dessa studier skall skrivas efter en av kommittén fastställd disposition, som kommer att möjliggöra extraktion av kunskap om hur specifika frågor lösts vid olika katastrofer. Genom bearbetning av dessa rapporter bör man så småningom kunna få fram ett handlingschema för katastrofbekämpning. Jämsides med dessa studier bedrivs en kontinuerlig uppföljning av inhemsk och utländsk dokumentation på området.

Resultatet av kommitténs arbete meddelas kontinuerligt till berörda myndigheter och organisationer, dels genom översändande av rapporter dels genom publicering i facktidskrifter och kan av dem inarbetas i aktuell svensk katastrofplanering.

Forskningens målsättning är sådan att den måste bedrivas kontinuerligt under lång tid framöver.

### *Tidigare arbeten på området*

I USA fanns åren 1959—63 en Disaster Research Group i regi av National Academy of Sciences, som utgav ett flertal rapporter och analyser över katastrofer i USA. Dessa rapporter bearbetas f n av Katastrofmedicinska organisationskommitténs ledamöter.

Civil Defense i USA har lagt ut forskningsprojekt hos privata forskningsinstitutioner, och en del rapporter finns publicerade, bl a en författad av Blocker & Blocker om brännskadebehandling vid maskador.

I Genève verkar sedan andra världskriget en organisation benämnd Organisation Internationale de Défense Civile. Den ger ut en månatlig bulletin, som huvudsakligen redogör för olika hjälpmedel vid röjning och räddning och delvis har karaktär av annonsorgan.

Vid Department of Sociology vid universitetet i Columbus, Ohio, finns ett Disaster Research Center, som sedan fyra år bedriver en systematisk sociologisk katastrofforskning vid de flesta större katastrofer i USA och i en del fall även utomlands. Organisationenens syfte är bl a att försöka klarlägga människans individuella beteende vid katastrof. Frågeställningen är främst inriktad på problemet varför en del personer fungerar synnerligen väl under katastrofer medan andra totalt bryter samman.

1962 bildades inom American Medical Association en Committee on Disaster Medical Care, som har till uppgift att sprida kunskap om katastrofmedicin. Den utger en liten publikation benämnd Quarterly Report on Disaster Medical Care. Den lämnar vidare det medicinska underlaget för det stora undervisningsprogrammet för det stora undervisningsprogrammet Medical Education for National Defense som Public Health Service och Civil Defense utger. På samma sätt har den lämnat de medicinska riktlinjerna för deras Hospital Disaster Plans. Kommittén har en särskild arbetsgrupp, som enbart sysslar med katastrofmedicinsk dokumentation. Den har gjort en sammanställning av den litteratur av katastrofmedicinskt intresse som publicerades under tiden april 1963 till och med juni 1965. Katastrofmedicinska organisationskommittén har med

vederbörligt tillstånd publicerat detta litteratur-index i Försvarsmedicin nr 1/1968.

1964 beslöt UNESCO att en expertgrupp skall skickas till svårare jordbävningar för att där göra undersökningar av de byggnader som skadats och av de faktorer, som orsakade jordbävningen. De skall skriva rapport omedelbart och formulera rekommendationer för fortsatta undersökningar. Dessa forskningsteam består av 3—5 personer, som skall kunna vara på olycksplatsen icke senare än 72 timmar efter skadan. De skall stanna där 2—4 veckor för studiet av de omedelbara konsekvenserna. Forskningsgrupperna skall helt ägna sig åt vetenskapliga iakttagelser och uppsamling av tekniska data och ej deltaga i de lokala myndigheternas åtgärder för räddning eller planläggning av framtida återuppbyggnad.

### *Organisation*

Det första året ägnades huvudsakligen åt att bygga upp en fungerande organisation. Man utsåg 52 observatörer att användas i första hand för observatörsuppdrag. Dessa hade dels föreslagits av ledamöterna i kommittén, dels själva anmält sig som resultat av annonser i Läkartidningen, Försvarsmedicin och Veterinärmedicinsk Tidsskrift. Det ursprungliga antalet sökande var 93.

Observatörerna har sedan vaccinerats, försett sig med giltigt pass och insatts i planerna för forskningsverksamheten.

Kontakt har etablerats med UD, vars stöd kommittén har fått. Observatörerna kan därför utnyttja våra beskickningar för nödvändiga kontakter med myndigheter i andra länder, något som visat sig vara nödvändigt och värdefullt.

Genom Röda Korsets representanter i kommittén har observatörerna tillförsäkrats stöd och i regel introduktionsbrev från Röda Korset vid observatörsuppdrag. Detta är en praktisk nödvändighet, om observatörerna skall kunna få tillträde till katastrofområden.

Avtal har slutits med försäkringsbolaget Skandia om en speciell försäkring för observatörerna, som tillförsäkrats ett ekonomiskt skydd vid sjukdom, skada eller dödsfall under uppdragstid.

Arbetet på kommitténs sekretariat har organiserats och rutiner för utsändande av observatörer, kontakter med vederbörliga myndigheter inom och utom landet, redigering och utgivande av rapporter, registrering av litteratur m m har upparbetats.

Kommittén har vidare gjort en inventering av katastrofmedicinsk dokumentation och forskningsverksamhet inom och utom landet. Sekreteraren gjorde 1965 ett besök på Organisation Internationale de Défense Civile i Genève och fick därigenom kännedom om en del av ovan refererade amerikanska forskningsinstitut.

Våren 1965 höll kommittén ett symposium med amerikanska Röda Korsets katastrofexpert Roy Schaeffer som gäst. Han redogjorde bl a för de olika problemställningar som uppstår vid katastrofer, och hur dessa brukar angripas av hjälporganisationer. Olika frågor av värde för observatörernas verksamhet diskuterades. Symposiet hade stort värde som introduktion till den senare verksamheten. En sammanställning av förhandlingar har delgivits intresserade myndigheter och samtliga observatörer.

### *Observationer och studier utomlands*

#### *USA. Rapport nr I*

Sensommaren 1965 besökte en grupp kommittéledamöter och observatörer USA för att studera katastrofplanläggningen därstädes och för att knyta kontakter med den forskningsverksamhet som pågår inom detta område. Studieresan var som helhet synnerligen givande. Det synliga resultatet utgörs av kommitténs rapport nr 1 med redogörelser för katastrofmedicinsk verksamhet i USA, en omfattande litteratursamling som innebär en grundläggande dokumentation inom det katastrofmedicinska området, samt en generell tillåtelse — bekräftad på högsta nivå i State Department — för svenska observatörer att deltaga i och observera räddningsaktioner vid katastrofer i USA.

I samband med denna resa fick även en av observatörerna tillfälle att studera den hurricane som under namnet Betsy 1965 härjade Florida och Louisiana och åstadkom större ekonomisk förödelse i USA än någon annan naturkatastrof under detta århundrade, inkl jordbävningen i San Francisco. Rapporten har publicerats dels i Försvarsmedicin, dels i ovan nämnda rapport nr I.

#### *Urundi*

Sommaren 1965 fick kommittén meddelande om att 20 000 flyktingar från Kongo höll på att svälta ihjäl i läger i Urundi. I samarbete med Svenska Röda Korset, som betalade största delen av kostnaderna, sändes en observatör dit. Han

ledde samtidigt den medicinska delen av hjälparbetet. Resultatet och erfarenheterna har endast delgivits observatörerna och en del berörda myndigheter, då rapportens kritiska karaktär gjorde en större spridning olämplig.

#### *USA. Chicago. Rapport nr II*

I oktober 1965 höll American Medical Association en katastrofmedicinsk kongress i Chicago, i vilken en observatör och en ledamot av kommittén deltog. Därigenom tillfördes kommittén kunskap om katastrofplanering i storstäder samt om olika synpunkter på katastrofplanering för sjukhus. Erfarenheterna har redovisats i rapport nr II.

#### *Turkiet. Rapport nr III*

I augusti 1966 drabbades staden Varto i Turkiet av en jordbävning, som totalt förstörde staden. Två observatörer studerade följderna och de medicinska åtgärderna på platsen och kunde bl a konstatera att sårbehandlingen under dessa katastrofförhållanden skedde enligt gängse fredsmässiga principer med primärsutur m m. Frekvensen av infektioner och sårrupturer var överväldigande trots vanlig antibiotikabehandling. Nödvändigheten av kunskap om att katastrofmedicin skall bedrivas efter andra principer än fredsmedicin belystes klart. Denna rapport har publicerats som nr III.

#### *Skopje. Rapport nr IV*

I oktober 1966 hölls en katastrofkongress i Skopje med anledning av att tre år förflutit sedan jordbävningen där. Erfarenheter från Skopje och från ett flertal andra naturkatastrofer redovisades av deltagare från en rad olika länder. Behållningen var icke så stor som väntat men många aspekter av intresse belystes. Särskilt dokumenterades behovet av ett fungerande sambandssystem för att fullt kunna utnyttja till buds stående materiel och räddningsstyrkor. En redogörelse för det som var av intresse för svenska förhållanden, finns publicerad som rapport nr IV.

#### *USA. Rapport nr V*

Sensommaren 1966 sändes två observatörer till USA och den väntade hurricanesäsongen där. Utbytet blev ur aktuell katastrofmedicinsk synpunkt magert, då ingen större storm drabbade fastlandet. Observatörerna kunde dock hemföra erfarenheter bl a om arbetsrutinerna i Disaster

Research Center i Ohio och ytterligare kunskap om katastrofplanering för sjukhus i USA. Bl a ingår nu ett exemplar av Mayo Clinic's katastrofplan i kommitténs bibliotek. En sammanställning av erfarenheterna kommer att publiceras som rapport nr V.

#### *Israel. Rapport nr VII*

Junikriget 1967 mellan Israel och arabländerna föll genom sin karaktär egentligen utanför den ursprungliga målsättningen för kommitténs arbete. Kommittén bedömde dock att mycket erfarenheter fanns att vinna, varför observatörer sändes till Israel en vecka efter kriget. De kunde genomföra sitt observatörsuppdrag med stor framgång. De hemförde detaljerade kunskaper om hur ett helt lands sjukvårdsresurser kunnat samlas för att tillgodose både krigsmaktens och civilbefolkningens behov. Observatörerna fick värdefulla informationer av såväl sjukvårdstaktisk som krigskirurgisk karaktär. Rapporten har publicerats som nr VII i kommitténs rapportserie. Den innehåller som bilagor dels en kort och koncis handledning i krigskirurgi som det israeliska katastrofmedicinska rådet sände till israeliska sjukhus veckan före kriget, dels en av observatörerna gjord omarbetning av denna för svenska förhållanden.

Rapporten har rönt stor efterfrågan och har hittills utsänts i 800 exemplar.

#### *Portugal*

I november 1967 drabbades Lissabon av en våldsam översvämning, som satte stadens vatten- och avloppssystem ur funktion, och fyllde en hel stadsdel — huvudsakligen slum — med lera. Kommittén ansåg att risker förelåg för allmän spridning av epidemier, varför en epidemiolog sändes till platsen för att göra en fältepidemiologisk översikt. Resultatet är ännu ej helt klart, varför rapportens värde idag ej kan bedömas.

#### *Jugoslavien*

I början av december 1967 drabbades den jugoslaviska staden Debar av en 90%-ig förstörelse, men mycket få människoliv gick till spillo. 48 timmar efter katastrofen var en observatör med röjning och räddning som specialitet på plats. Det visade sig då att stadens hus visserligen gjorts obeboeliga av jordbävningen men ej störtat samman, varför utbytet av observatörsuppdraget ej blev det väntade.

## Sicilien

I januari 1968 drabbades flera städer på Sicilien av jordbävning med svåra personella och materiella skador som följd. Två observatörer sändes till platsen och anlände på katastrofplatsen samtidigt som den siste överlevande drogs fram ur ruinerna. Enligt preliminära uppgifter var utbytet av observatörsuppdraget tillfredsställande men någon rapport föreligger ännu icke.

## Dokumentation

Utöver rapportskrivningen har kommittén efter de olika uppdragen begärt muntlig föredragning inför kommittén, observatörerna m fl. I anslutning härtill diskuteras aktualiserade frågeställningar. Inte minst denna verksamhet torde bidra till att hålla intresset för katastrofmedicin levande inom landet.

Inom sekretariatet pågår en ständig uppföljning av den katastrofmedicinska litteratur, som återfinns i svenska och utländska tidskrifter. Undersökning pågår f n av möjligheterna att med hjälp av tex MEDLARS-systemet få en bättre och framförallt fullständigare uppföljning härvidlag.

En sammanställning av katastrofmedicinsk litteratur under tre år, som uppgjorts av American Medical Association, har publicerats i Försvarsmedicin.

En genomgång av ett stort antal monografier rörande människans psykologiska reaktioner i Extremsituationer har gjorts inom sekretariatet. En sammanställning finns tillgänglig som rapport nr VI men kommer ej att publiceras.

## Fortsatt verksamhet

Kommittén avser att i fortsättningen huvudsakligen bedriva verksamheten efter samma riktlinjer som hittills. Förslag har dock väckts att man vid en del därtill lämpade katastrofer skulle göra en follow-up-undersökning 4—8 veckor efter katastrofen. Man skulle på så sätt kunna få ett belegg om effekten på längre sikt av de sjukvårdstekniska och taktiska åtgärder som vidtagits i katastrofögonblicket. Förutsättningen är emellertid att man på något sätt kan få lokala läkare att medverka vid registrering, uppföljning m m. Hur detta skall tillgå, är idag icke helt klarlagt.

De hittills antecknade observatörerna har enligt åtagande stått till kommitténs förfogande tre år. En framstöt kommer att initieras i år för att komplettera förteckningen för en ny 3-års period.

## Förteckning över rapporter

År	Nr	Titel/författare
1965	—	Symposium om katastrofmedicin — Roy Schaeffer
1965	I	Katastrofmedicinska studier i USA — Bernt Blomquist, Ulf Gästrin, Hans von Holst, Karl-Gunnar Linderholm
1965	—	Hungerkatastrof i Urundi — Kresten Mågård
1965	II	Referat om katastrofmedicinsk kongress i Chicago — Lars Brunnberg, Per-Erik Wiklund
1966	III	Katastrofmedicinska studier i Turkiet — Gustav Weissglas, Göran Eriksson
1966	IV	Erfarenheter från naturkatastrofkongress i Skopje — Ulf Gästrin, Lars Risholm (och Walo von Greyerz adjungerad)
1966	V	Katastrofmedicinska studier i USA II — Bertil Kettner, Paul Rudström (ej klar)
1967	VII	Katastrofmedicinska studier i Israel — Sten Meurling, Per-Erik Wiklund
<i>Publikationer i Försvarsmedicin</i>		
1966		Coliseum-olyckan — Bernt Blomquist
		Den tropiska cyklonen Betsy — Ulf Gästrin
		Utvecklingstendenser inom blodterapiområdet i USA — Bernt Blomquist
1968		Följande rapporter från katastrofmedicinska studier är ännu ej klara: Portugal, Lissabon — Zetterberg
		Jugoslavien (Debar) — Valentin Sterndal
		Sicilien — Björn Klinge och Lars Risholm

Ulf Gästrin  
Sekreterare

# TIDSKRIFT I MILITÄR HÄLSOVÅRD

1968 — nittiotredje årgången — nr 2

Redaktör: Heye B. Paul. Red och expedition: Försvarets sjukvårdsstyrelse, Postfack, Sthlm 14

## Krigskirurgi i Nigeria

CHRISTMAN EHRSTRÖM

*Under kriget i Nigeria sände The International Committee of the Red Cross in Geneva kirurgiska team till krigsskådeplatserna. Ett svenskt kirurgiskt team under ledning av författaren arbetade under två månader på frontsjukhuset i Agbor, en stad i Mid Western Nigeria. Sjukhuset innehöll 84 sängplatser, operationssal, gipsrum, anesthesiologi och röntgenavdelning. Förutom de till ICRC anslutna bestod personalen av 14 sköterskor, 2 operationsassistenter, 1 laboratorietechniker och 1 röntgentekniker. Sjukvården kunde upprätthållas under fältmässiga förhållanden med teknisk hjälp av Nigerianska Armén. För chockbehandling användes NaCl, Ringperlösning, Macrodex och koncentrerad bicarbonatlösning. Blodbank saknades. Transporterna från fronten till sjukhuset var svåra och tog i genomsnitt två timmar.*

*Under tiden 12 december 1967 till 2 februari 1968 opererades vid sjukhuset i Agbor 60 krigsskador (vulnera sclopetaria). Extremitetsskador var 52, laparotomier 7 och thoracotomier 1. Fyra patienter dog i anslutning till operationen (7%). I öppen vård behandlades 551 soldater. Infektionssjukdomar såsom malaria, stafylococcinfektioner, gula febern och filarios var vanliga. Stelkramp och gangrän förekom. Resistensen mot penicillin var stor. Totalt var antalet behandlade soldater i slutet och öppen vård 1 055.*

*162 civila patienter behandlades också vid sjukhuset. De flesta omhändertogs vid ett civilt sjukhus i Agbor.*

I december 1967 sände Internationella Röda Korsets kommitté en begäran till Svenska Röda Korset att ställa ett kirurgiskt team till förfogande för krigskirurgisk verksamhet under kriget i Nigeria i Väst-Afrika. Den 7 december avreste ett tremannateam bestående av författaren och två sjukskötare till Lagos för vidare befordran till arbetsfältet. Under två månaders tid arbetade gruppen vid krigssjukhuset i Agbor, en liten stad ca två timmars ambulansfärd från fronten. I det följande ges en redogörelse över verksamheten, samt de slutsatser som kan dras med svensk värnpliktig militärmedicinsk utbildning som bakgrund.

Inbördeskriget i Nigeria utbröt den 6 juli 1967 efter sju års stammotsättningar och inre oroligheter. Landet blev självständigt 1960 efter 107 års brittiskt styre. Nigeria är Afrikas folkrikaste

stat med 55 miljoner invånare och ansågs länge vara ett mönster av styrelsesätt för Afrikas splittade stater. Motsättningarna mellan de olika stammarna gick dock inte att överbygga. I juli 1967 förklarade sig den östra delen av Nigeria, som beboddes av Ibo-stammen, självständig efter svåra inre stridigheter under namnet republiken Biafra. Federationen Nigeria svarade med att förklara Biafra krig. I enlighet med Internationella Röda Korsets principer ges i fortsättningen ingen redogörelse över krigshandlingarnas förlopp.

Internationella Röda Korsets kommitté handhar sårade i krig, de nationella Röda Korsen omhändertar civilbefolkning vid naturkatastrofer och i fred. Bägge har sina högkvarter i Genève. De fyra Genève-konventionerna har undertecknats av 122 stater, däribland Nigeria. De lyder:

1. Omhändertagande av sjuka och sårade på slagfältet; skydd för sjukvårdspersonal i fält. 2. Omhändertagande av sårade till sjöss. 3. Skydd för krigsfångar. 4. Skydd för civilbefolkning under krig.

Ett intimt samarbete pågår mellan kommittén och de nationella Röda Korsen. Ett nordiskt Röda Kors-projekt från Sverige, Finland, Norge och Island gemensamt arbetar sedan 1966 i västra och norra Nigeria. Internationella kommittén har sedan krigsutbrottet ett kirurgiskt team på Biafra-sidan och ett på federala sidan. Teamen är schweiziska, men undantag görs. De schweiziska delegaterna tillgodoser tiden som militärtjänst i hemlandet.

### Frontsjukhuset i Agbor

Agbor är en stad med 18 000 invånare i Nigerias regnskogsområde 88 km väster om floden Niger. Gatubilden domineras av militära transporter,

långhornig boskap, ett myller av marknadsstånd och människor. Husen är rappade lerhyddor med korrugerat plåttak. Djungeln börjar omedelbart utanför.

Sjukhuset är en paviljongbyggnad i tre block med två vårdavdelningar och en central operationssal. I anslutning till operationssalen finns ett gipsrum, ett narkosrum, autoklav och röntgenavdelning. Antalet sängplatser är 84. Sjukhuset byggdes 1960 och är i tillfredsställande skick. Skottskador finns i väggar och glas.

Operationssalen är utrustad med standarduppställning av kirurgiska, gynekologiska och otorhino-laryngologiska instrument. Elektricitet fås från sjukhusets elektricitetsverk. Rinnande varmt och kallt vatten finns. En narkosapparat med intubationsutrustning fungerar, däremot saknas precisionsinstrument. Elektrisk sug finns. Blodbank saknas helt. För chockbehandling finns koksalt, Ringer-lösning, koncentrerad bikarbonatlösning och Macrodex (från Uppsala). En sjukvård



Figur 1. Utbrända husruiner vid fronten längs floden Niger.



Figur 2. Sjukhuset i Agbor är en paviljongbyggnad i tre block byggd 1960, med 84 sängplatser, två vårdavdelningar, operationssal, gipsrum och röntgenavdelning.

av fältmässig karaktär kunde på detta sätt upprätthållas. Sjukhuset var plundrat och övergivet före vår ankomst till Agbor.

På sjukhuset arbetar en stab av 14 sköterskor, 4 sjuksköterskeelever, 2 operationsassistenter, 1 laboratorietekniker och 1 röntgentekniker. Två läkare är anställda, men bägge var under arrest under kriget. En tredje läkare sköts. Personalen arbetar på dagen medan det är ljus, men lämnar sjukhuset vid mörkrets inbrott. På kvällarna och nätterna arbetar Röda Kors-teamet ensamt.

Våra första uppgifter var att komplettera medicinförrådet, framför allt antibiotika, analgetika och transfusionsvätska. För narkos behövdes fluothane,  $\text{NO}_2$  och syrgas. Vidare behövdes röntgenfilm, dieselolja för elektricitetsverket och reservdelar för vattencisternerna. Ambulanser och bilar gick igenom. All utrustning erhöles av Nigerianska Federala Armén via Internationella Röda Korset. Mot slutet av vår kontrakttid fungerade sjukhuset utan större problem.

### Den operativa verksamheten

Ambulanstransporterna från fronten till Agbor tog omkring två timmar. Första hjälp-verksamheten i stridslinjen var obetydlig, sålunda gavs ingen chockbehandling, inga blodtransfusioner, inget morfin, endast första förband, varför mortaliteten var hög. Inga läkare fanns vid fronten. Sjukhuset i Agbor var närmaste anhalt bakåt och med de svåra och långa transportvägarna avled många som med en bättre organiserad krigssjukvård annars skulle ha överlevt. Tiden som gick innan den skadade kom under vård uppgick inte så sällan till tolv timmar.

De skador som omhändertogs kunde sammanfattas i fem huvudgrupper: Granatskador, skottskador, psykiska sammanbrott, uttröttningsfenomen och infektioner.

Granatskador gav i regel svåra sönderslitningar med talrika små metallsplitter, stor blodförlust och tidskrävande operationer. Primärt gjordes

excision av sönderliten vävnad, viss plastik, eventuellt amputationer och extirpation av så många metallsplitter som möjligt med hjälp av röntgenlokalisering. Större sår lämnades öppna för sekundärsutur, de mindre suturerades. Dränering lades utan tamponad. Chockbehandling inleddes med två liter Ringer-lösning eller Macrodex, vid behov även koncentrerad bikarbonatlösning mot acidosis. Blodtransfusion kunde bara ges i de fall då patientens eget blod samlades upp, exempelvis vid bukskador, varvid blodet blandades med natriumcitrat och gavs tillbaka till samma patient i droppform. Hepatitrisk och blodgruppering undveks härigenom. Postoperativa infektioner var vanliga, liksom stelkramp, varför antibiotika och tetanusprofylax gavs åt samtliga. Många fall komplicerades ytterligare av snäckfeber, malaria, tuberkulos och maskinfektioner. Proteser och kryckor för eftervård fanns inte att tillgå.

Fallbeskrivning: 1. 19-årig soldat som vid anfall över floden Niger får granatskada i ryggen. Vid inkomsten medvetslös, kallsvettig, blodtrycksfall, stark blodförlust. Chockbehandling inleddes med 2 liter Macrodex, samt därefter 2 liter koksalt. I höjd med femte ländkotan ett handflatestort sår med kraftigt söndertrasade kanter. Röntgen visar fem metallsplitter invid övergången mellan femte ländkotan och första sakralkotan, samt fraktur på femte ländkotans tvärsnitt. Vid operationen utförskaffas fyra drygt 1-öring stora metallstycken. Det sista metallsplittret kvarlämnas. Såret revideras och lämnas öppet för sekundärsutur. Postoperativt uppstår en långvarig, såsande inflammation, som behandlas med Terramycin. Patienten tillfrisknar med sensibiliseringsbehandling i vänster ben. Två månader senare ny operation, varvid sista metallsplittret avlägsnas.

2. 32-årig sergeant med granatskada under försvarsstrid i vänster hand. Vid inkomsten smärtpåverkad, men inga tecken till chock. Handen är kraftigt lacererad ulnart, samt nedsmutsad med jord och sand. Senorna till fjärde och femte fingret avslitna. Lillfingrets grundfalang splittrad. Efter tvättning och avlägsnande av tre metallsplitter amputeras lillfingret och handen sys primärt. Stelkrampsvaccin och antibiotika. Två veckor senare görs ytterligare amputation av fjärde fingret p.g.a gangrän. Därefter god läkning av amputationen.

Skottskador var mindre frekventa än granatskador och gav mindre hud- och muskellacerationer. I kriget användes emellertid ofta hemmagjorda kulor, som vid träff i ben splittrades och sprängde skelettdelarna i talrika fragment. Många skottskador var omedelbart dödande och nådde aldrig sjukhuset. Den operativa behandlingen skiljde sig i princip inte från granatskador.

Fallbeskrivning: 3. 24-årig korporal med skottskada i höger ben under lastbilskörning. Samtidigt ansiktsskador, emedan bilen vid beskjutningen körde mot ett träd. Vid inkomsten begynnande medvetslöshet, blodtrycksfall, smärtpåverkad, kallsvettig. Chockbehandling inleddes med två liter macrodex. Högra låret är vinklat i 45 grader, förkortat och roterat. Tydligt ingångshål, måttlig blödning utåt, inget utgångshål, kraftigt haematom i brottstället. Röntgen visar splinterfraktur i femurs mellersta del med en intakt kula liggande i abduktormuskulaturen på motsatta sidan ingångshålet. Ansikts- och skullröntgen u.a. Vid operationen uttages kulan utan svårighet. Höftgips anläggs med sträck av benet. Antibiotika och tetanusprofylax. Postoperativa förloppet komplikationsfritt.

Psykiska sammanbrott inkom till sjukhuset efter artilleribeskjutning och granatdueller. Det utlösande momentet var skräckupplevelsen vid granatnedslaget. Soldaterna reagerade på två sätt: Antingen apati med somnolens och medvetslöshet, eller också motorisk oro med skrik, gråt och våldsamheter. Av säkerhetsskäl låstes alla vapen in på sjukhuset. Självordsförsök och hot mot personalen förekom. Terapi var largactil 5 ml intravenöst — det enda psykofarmaka som fanns — vätsketerapi intravenöst, ev med ytterligare largactil, substitutionsmediciner, vila och permission.

Fallbeskrivning: 4. Lastbil med tretton skadade inkommer efter artilleribeskjutning. Nio soldater opereras. Tre man uppvisar krigspsykos.

Två är oroliga, lägger sig på golvet, gråter, hålls fast av personalen. 5 ml 1 %-ig largactil ges intravenöst. Följande dag lugna, men kvarhålls för observation. Permission tio dygn.

Den tredje soldaten är apatisk, slö, i det närmaste medvetslös. Reagerar inte för smärta, nålstick, nyp eller tilltal. Puls och blodtryck u.a. Pupillerna reagerar adekvat för ljus, men ej för konvergens. Blinkreflexer finns. Neurologiskt i övrigt normalt. Terapi inleddes med vätska, Ringer-lösning och glykos. Tillståndet oförändrat i fyra dygn. Medicinska och kirurgiska sjukdomstillstånd utesluts. Transport till arméns mentalsjukhus.

Uttröttningsfenomen förekom i hög grad bland soldaterna i den öppna vården. Bland de tjugotalet soldater som behandlades på sjukhusets öppna mottagning varje morgon förekom symtomet i ca 10 procent. Bakomliggande orsaker var brist på sömn, fysiska strapatser, stress, vitaminbrist, blodbrist, infektioner och dysenteri. Terapi, vila, permission, järn, vitaminer och botande av grundsjukdomen.

Infektioner var mycket utbredda bland soldaterna. Malaria, schistosomiasis, pneumonier,

gula febern, filarios och staffylococcinfektioner förekom dagligen på sjukhuset. Fula sekundärinfektioner med karbunklar och abscesser komplicerade enkla sår. Resistensen mot penicillin var uttalad. Stelkramp och gangrän hörde till bilden. Förebyggande åtgärder bland soldaterna var ofullständiga, sålunda gavs inga malaria-tabletter, ytterst få vaccinationer och inga personliga förbandsutrustningar. Gonorré var mycket utbredd.

Fallbeskrivning: 5. 26-årig soldat med elephantiasis. Scrotum uppdriven i ett fotbollsstort vattenbräck. Vid operationen hittas tre masknystan i pungen, typiska för filarios. Postoperativa förloppet kompliceras av upprepade malariaattacker, som botas med nivaquine. Dessutom snäckfeber sedan fyra år tillbaka. Anamnestiskt föreligger pneumoni 1965 och malaria sedan barndomen. Lokalt läker operationsområdet u a.

### Statistik

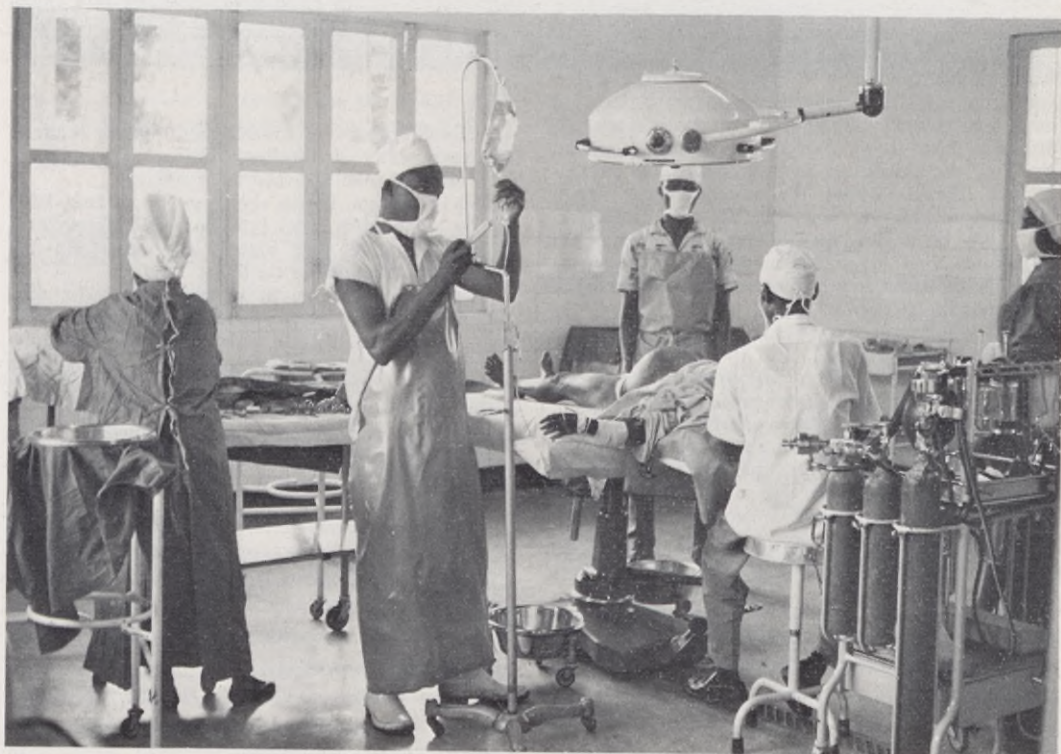
Den operativa verksamheten i Agbor försiggick under tiden 12.12.1967—2.2.1968. Under denna

tid opererades 60 krigsskador (vulnera sclopetaria). Extremitetsskador var 52, laparatomier 7 och thoracotomier 1. Fyra patienter dog i anslutning till operationen (7%). Av dessa var tre djupt chockade vid inkomsten, varvid chocken inte längre kunde hävas och döden var hjärtsvikt med cirkulationskollaps. Den fjärde dog av mediastinum-blödning. Inga redan döda soldater infördes till sjukhuset. I öppen vård behandlades 551 soldater. Totalt var omsättningen behandlade soldater i slutet och öppen vård 1 055.

Antalet civila patienter som behandlades vid krigssjukhuset var 162. Majoriteten av befolkningen sökte sig emellertid till det civila sjukhuset i Agbor, som förestods av en civil läkare.

### Diskussion

Några erfarenheter kan dras från Nigeria med svensk värnplikt som bakgrund. Många gånger ställdes vi inför problem som knappast hade realistisk motsvarighet i Sverige, å andra sidan mot-



Figur 3. Operationssalen är välutrustad för kirurgiska, gynekologiska och oto-rhino-laryngologiska operationer. Här förbereds ett kejsarsnitt på en kvinna som hittades i djungeln med livmodersbristning efter två dygns värkarbete. Barnet var kvinnans trettonde.



Figur 4. Huvudgatan i Agbor är ett myller av människor, trafik, boskap och marknadsstånd.

svarades situationen i sin helhet av krigskirurgi i utpräglad form. Försvårade omständigheter var bristen på blod, precisionsinstrument, respirator, fullvärdig anesthesiologi, dessutom klimatet med en pressande, fuktig hetta dygnet runt. Positiva faktorer var effektiviteten och arbetsvilligheten hos personalen. Följande lärdomar kunde framhållas:

Betydelsen av första hjälpen och adekvata transporter vid fronten. Mortaliteten blir skrämmande hög då transfusionsvätska och blod saknas i stridslinjen. Snabbt omhändertagande med transport bakåt är livsviktigt både ur medicinsk och moralisk synpunkt. Bilar bör ständigt finnas till hands. Ambulanser och sjuktransportbilar slits snabbt ned och måste ersättas från underhållet.

*Orientering om krigsläget.* Det är av vital betydelse att läkaren är väl insatt i planerad taktik, pågående stridshandlingar och arméns strategi. Kontakt med staben, konferenser med divisions- och brigadchefer. Denna del av utbildningen är väl tillgodosedd i Sverige.

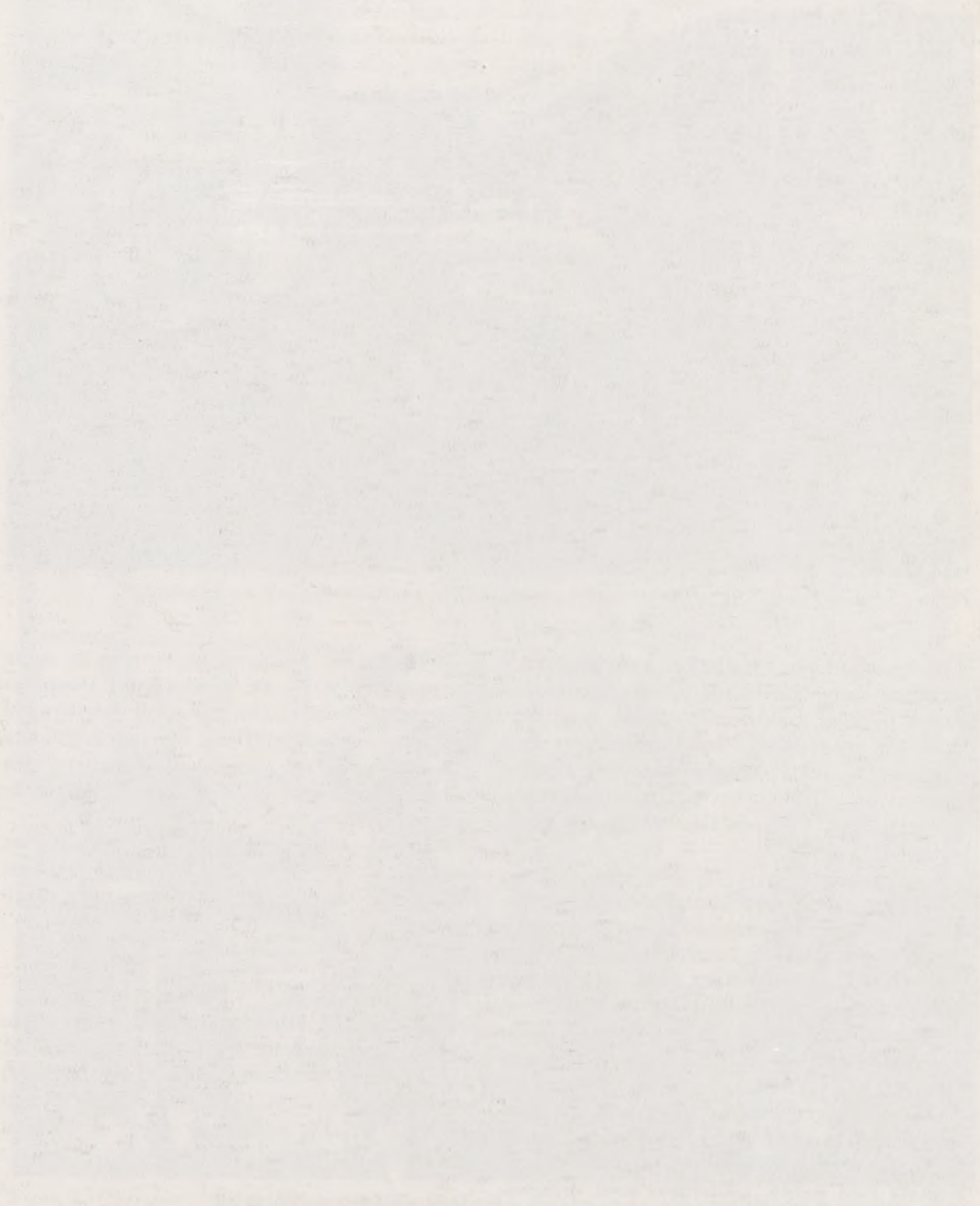
*Krigskirurgin.* Skadornas omfattning är större än man förutsätter. De postoperativa komplikationerna är många. Den operativa krigskirurgin innehåller rikliga tillfällen till improvisationer och egna vägar att operera på. För eftervården bör rehabiliteringsprogrammen vara väl planerade och genomarbetade.

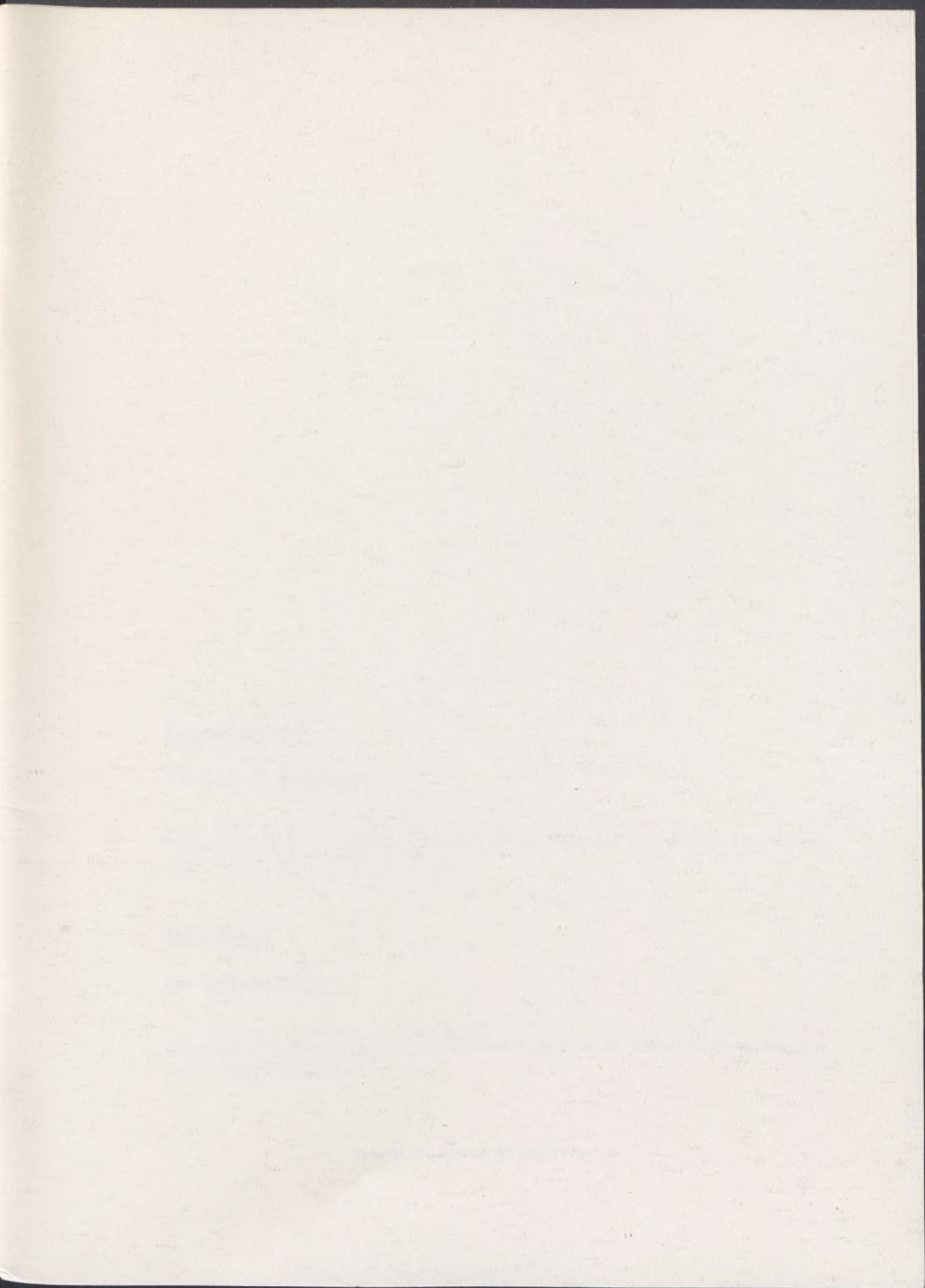
Det moraliska problemet att lämna svårt skadade att dö, medan lättare skadade opereras och räddas till livet ställer läkaren inför deprimerande valsituationer.

### Röda Kors tjänstgöring

Möjligheter till krigskirurgisk tjänstgöring finns genom Internationella Röda Korsets kommitté, CICR, Genève, Schweiz. Behovet av läkare är stort. Ansökan ställs till Svenska Röda Korset i Stockholm. För närvarande pågår verksamhet i Vietnam, Yemen och Nigeria.

Doktor Christman Ehrström  
Upplandsgatan 28  
Stockholm VA







## ***Important!***

### **To Our Subscribers:**

---

Please kindly note the merge of Tidskrift i Militär Hälsovård with the new Försvarsmedicin. For subscription, see pag. 2.

## ***Wichtig!***

### **An unsere Leser:**

---

Bitte richten Sie künftig ihre Abonnementsbestellungen an die Zeitschrift Försvarsmedicin. Zustellungspreise siehe Seite 2.



CIVILTRYCK AB

*Stockholm 1968*