

RAPPORT NR F:FC A13:1

(Ao 5392)

Ex nr:

FM 73:1

1973.01.17

ANTROPOMETRISKT UNDERLAG FÖR DOCKA

B Andrae

FÖRSVARETS MATERIELVERK

FÖRSÖKSCENTRALEN

590 57 MALMSLÄTT

1973.01.17

Blad 1 (31)

Fördelning: FMV-F (2), F:FL, F:FC (2), CFV, FS/Fyläk, SjuS/SM, FMFD, AMFG, NMFG, KI/Flygmed avd, SAAB-SCANIA FKMA (3), FKYP-5, TCPK-8

ANTROPOMETRISKT UNDERLAG FÖR DOCKA

(s)

Beställare

SAAB-SCANIA skr FKMA-1-71.142, 1972.02.11.

Sammanfattning

Som underlag till konstruktion av ny antropometrisk docka redovisas här de senaste årens såväl svenska som utländska undersökningar av kropps mått hos framför allt militär personal, vilka jämföres med och kompletterar de mått som ligger till grund för nuvarande intagningsbestämmelser för flygande personal och i enlighet med vilka också aktuella flygplantyper är konstruerade. Förutom kropps mått behandlas också ledernas rörelseområde, kroppssegment och extremitetslänkar samt viktsfördelning och tyngdpunktslägen. Människans kroppsstorlek och form förändras kontinuerligt och vikten av att skapa samstämmighet mellan flygförarpopulationens, flygplankabinens inklusive räddningssystemet och dockans antropometriska data betonas.

F:FC som ovan

A. Fehrlin

G Irholm

C FC

Ove Wilson

/O Wilson
sektionschef

Innehållsförteckning

1.	Inledning	Blad 3
2.	Terminologi	" 4
3.	Kroppsmått	" 7
4.	Ledernas rörelsomfång	" 7
5.	Kroppsegment och extremitetslänkar	" 14
6.	Viktsfördelning och tyngdpunktslägen	" 27
7.	Rekommendationer	" 29
8.	Referenser	" 29

1. Inledning

De första antropometriska dockorna byggdes för över tjugo år sedan för att användas i samband med prov av räddningssystem inklusive katapultstolar i flygplan och för att utröna om de krafter och påfrestningar en pilot utsattes för vid utskjutningen var tolerabla. Denna typ av docka har sedan också använts av bilindustrin. Att här använda människor, levande eller avlidna, som försökspersoner är inte alltid lämpligt. Icke acceptabla risker, individuella variationer och svårigheter att applicera nödvändig instrumentering gör människan till en dålig försöksperson i detta sammanhang. Lik har den fördelen att de rent antropometriskt överensstämmer med levande människor, men deras vävnader ger inte samma mekaniska svar vid yttre belastningar.

Även om människan till storlek och form visar ett oändligt antal variationer, måste speciella mått läggas till grund för konstruktionen av dockorna. Det är här nödvändigt att ta fram mått, som är representativa för just den speciella population och det speciella användningsområde man avser studera. Människans storlek och kanske även form förändras kontinuerligt. Baserat på de senaste undersökningarna av såväl den militära som civila populationens kroppsmått är de data, som ligger till grund för nuvarande intagningsbestämmelser (och flygplansspecifikation), ej helt aktuella. Den hittills använda dockan, AWO 2, är tämligen åldersstigen och sliten i flera avseenden, varför en nykonstruktion ansetts nödvändig. Föreslagen docka beräknas användas som "försöksperson" vid utskjutningsprov under en tid då nuvarande intagningsfordringar vad avser kroppsmått emellertid fortfarande gäller. Dessa kroppsmått bör därför i tillämpliga delar bilda huvudunderlaget vid specifikation av den projekterade dockans mått, i synnerhet som aktuella flygplantyper har konstruerats i enlighet med dessa mått. På så vis uppnås en harmoni mellan förarpopulationens, flygplankabinens inklusive räddningssystemets och dockans antropometriska data.

Sedvanlig antropometrisk mätteknik ger i flertalet vetenskapliga och praktiska fall en adekvat anatomisk bild av muskler och ben i människokroppen. Vid mekanisk och rörelsedynamisk behandling av människan är det emellertid mer berättigat att tala om massor, tyngdpunkter, momentarmar och krafter. När det gäller att analysera rörelser i en viss led, kan man vanligen inte låta rörelsen hänföra sig till ett fåtal muskler, ett enda system av böjande och sträckande muskelsystem eller ens till en enda rörelseaxel. De olika rörelsetyperna kan dock indelas med hänsyn till den speciella rörelseaxel till vilken rörelsen till största delen hänför sig. Kroppen har tre mot varandra vinkelräta huvudaxlar, som passerar genom kroppens tyngdpunkt och kring vilka rörelsen sker eller kan tänkas ske. Sagittalaxeln (x-axeln) löper i riktning från buken till ryggen, transversalaxeln (y-axeln) från höger till vänster sida och vertikalaxeln (z-axeln) från huvud till fot.

Förutom ledernas principiella byggnad och rörelsemönster är deras motståndskraft mot yttre våld en faktor, som bör beaktas vid konstruktion och användning av dockan. Det är känt, att den hastighet med vilken belastningen appliceras är av stor betydelse. Börjar en kraft inverka plötsligt, får den alltid en verkan, som är olika den, då den inverkar så småningom. Vår kunskap om dynamiken och hållfastheten vid mycket snabba kraft-rörelser är ofullständig, även om vissa värden beträffande armens hållfasthet är kända (1). Ytterligare undersökningar av dessa fenomen är nödvändiga och bör utföras genom bl a omfattande lastmätningar på docka. Ur flera synpunkter, bl a ekonomiska, är man emellertid tvungen att låta hållfastheten hos den föreslagna dockans skelett betydligt överstiga den hos människan.

2. Terminologi

I vissa tabeller och figurer nedan har en medicinsk terminologi bibehållits, eftersom acceptabel översättning saknas. Det är därför lämpligt att här förklara innebörden av dessa termer.

2.1 Rörelselänkar

Människans skelett bildar ett komplicerat system av hävstänger, som är rörligt förbundna med varandra genom leder. Rörelserna i lederna sker inte kring rörelseaxlar i kontaktytorna mellan skelettstyckena i lederna utan kring rörelseaxlar, som ligger något längre bort ifrån eller något närmare kroppens mitt än själva ledytorna. Med länk eller rörelselänk menas avståndet mellan två intilliggande leders rörelseaxlar. Med en extremitetsdels längd förstås vanligen skelettstyckets totala längd, vilken således inte överensstämmer med extremitetslänkens längd. Förhållandet kan illustreras genom t ex överarmshöjdens förhållande till överarmslänken (fig 1).

2.2 Rörelser

- Abduktion rörelse från medianplanet av kroppen eller av ifrågasvarande kroppsdel (=isärföring). Ex rörelserna H och V i fig 2.
- Adduktion rörelse mot medianplanet av kroppen eller av ifrågasvarande kroppsdel. Ex rörelserna G och W i fig 2.
- Extension sträckning
- Flexion böjning
- Pronation vridning av handryggen eller av foten uppåt, så att yttre randen höjs. Rörelsen sker alltså runt extremitetsdelens längsaxel. Ex rörelsen O i fig 2.

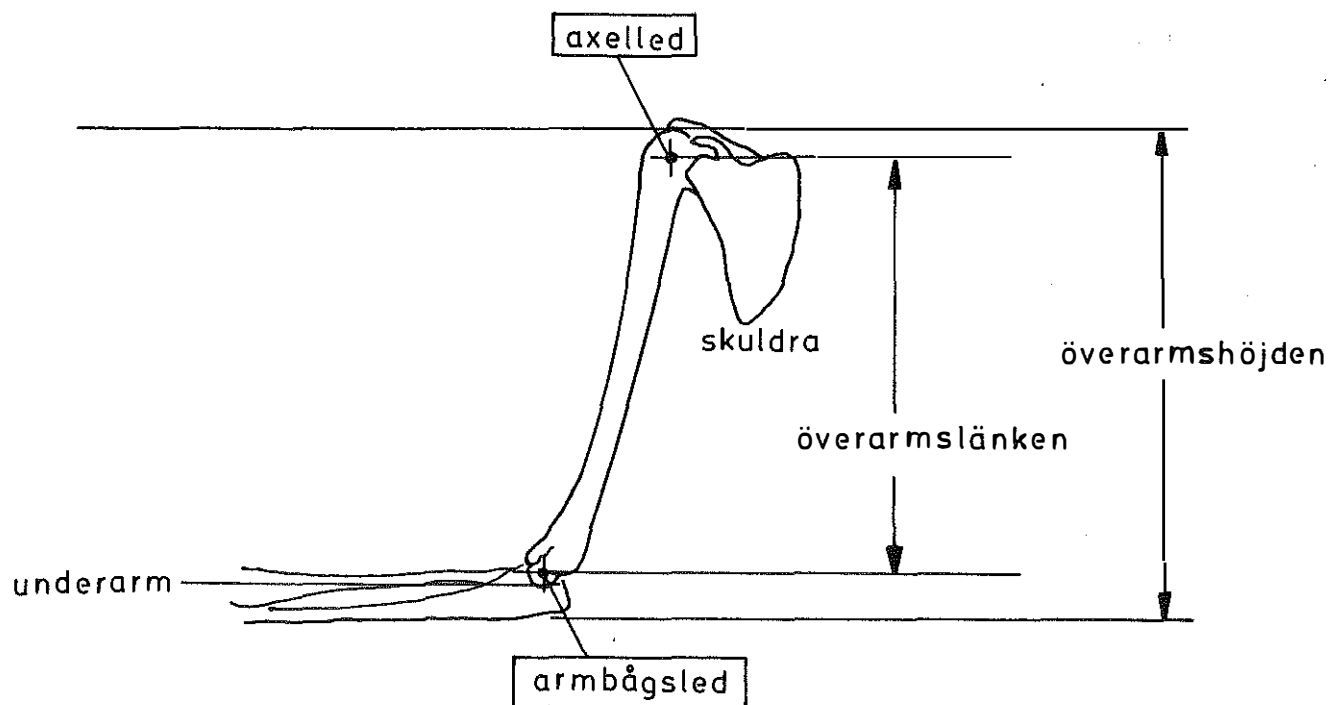


Fig 1. Överarmshöjden i förhållande till överarmslänken. Vid konventionell mätning av kroppsmått utgår man ofta från välavgränsade och väl definierade mätpunkter på skelettet. Detta medför att t ex överarmshöjden i antropometriska sammanhang överskrider själva överarmsbenets längd.

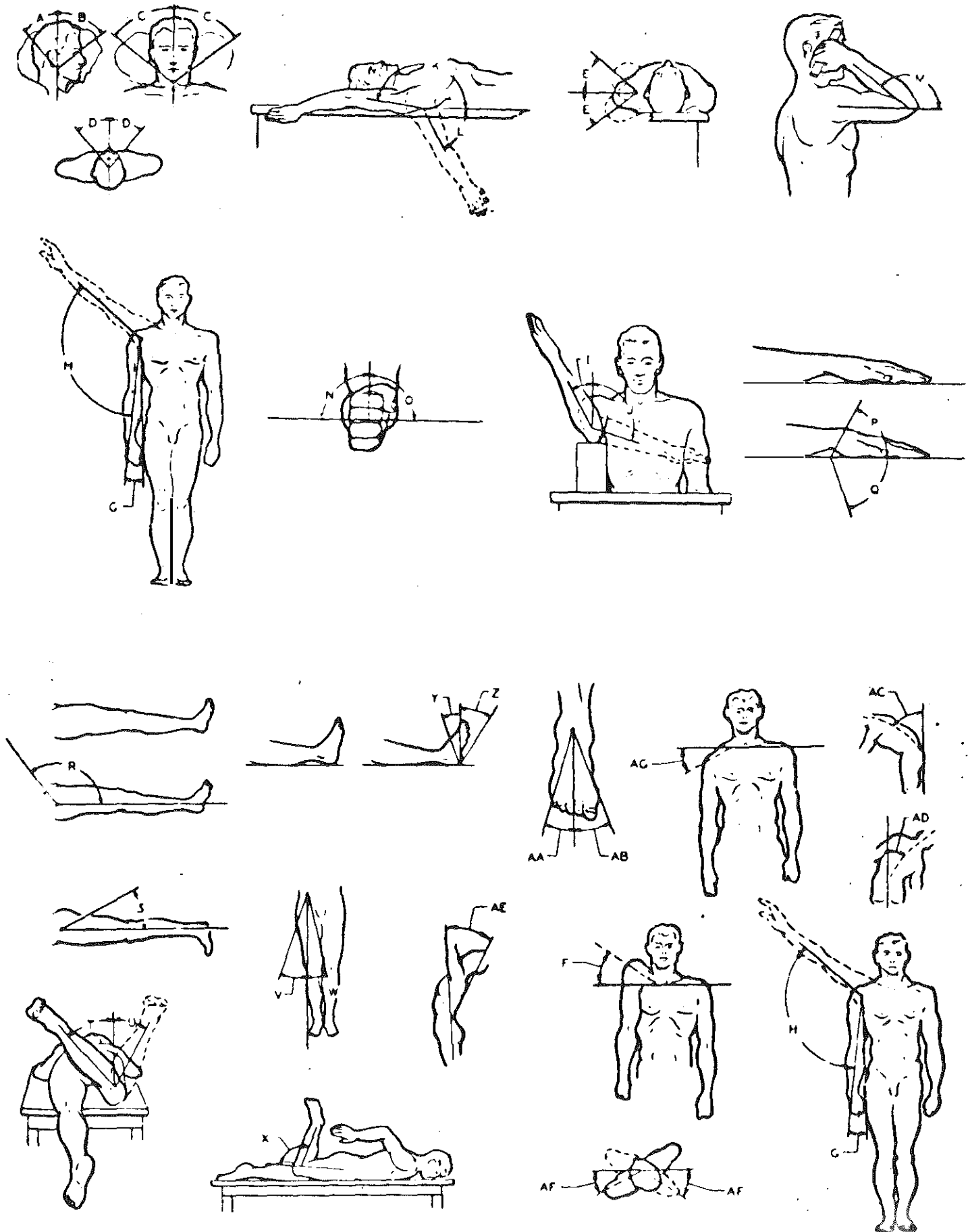


Fig 2. Rörelseområdet för antropometrisk docka. Motsvarande siffervärde ges i tabell II.

Supination vridning av flata handen eller av fotbladets inre kant uppåt. Rörelsen sker runt extremitetsdelens längsaxel. Ex rörelsen N i fig 2.

3. Kroppsmått

Dockan föreslås få kroppsmått enligt tabell I, vilka grundas dels på gällande intagningsfordringar för flygande personal (3) enligt vilka också aktuella flygplantyper är konstruerade, dels, i brist på svenska mått, på motsvarande data från utländska undersökningar av militär flygande personal (10, 13). De senare undersökningarna redovisas nedan under 4.

4. Ledernas rörelseomfång

Rörelseomfånget för antropometrisk docka enligt amerikanska rekommendationer framgår av tabell II och fig 2. Docktyper med speciella användningsområden kräver i vissa fall speciellt rörelseomfång. Rörelseomfången för de olika dockorna i Sierra-familjen framgår av fig 3 och för Alderson C G Type-dockan av fig 4. Med utgångspunkt från hur människan är uppbyggd ges nedan några synpunkter på valet av rörelseomfånget för en antropometrisk docka.

4.1 Nackleden inklusive halskotpelaren

Nackleden består av en övre och en nedre led. Övre nackleden är mekniskt sett en ellipsformig kulled ("äggled"). Ledkulan (ägget) bildas av nackbenet och är uppdelad i två ledstycken, som ligger en på vardera sidan om nackhålet. På analogt sätt är ledskålen uppdelad på två ledytter, som är belägna på övre delen av översta halskotans sidopartier. Nedre nackleden medger rörelser mellan första och andra halskotan. Halskotpelaren är uppbyggd av kotkroppar med mellanliggande intervertebralskivor (diskar). Ju tjockare (högre) diskarna är i förhållande till sin diameter desto större är rörelseområdet. Rörelsemekaniken inom kotpelaren är dock mycket komplicerad och torde ännu inte i detalj vara fullt klarlagd. Tabell III visar en sammanställning av det totala rörelseomfånget inom nackleden inklusive halskotpelaren (5, 11, 12, 17, 18). För aktuell docka specificeras rörelseomfånget enligt fig 5.

4.2 Rygggradens rörelseomfång

Halsrygggraden är funktionellt en del av leden mellan huvudet och kroppen och dess rörelseomfång har behandlats i samband med nackleden (tabell III och fig 5).

I bröstrygggraden minskar kotutskott och revben kotpelarens rörlighet. I ländrygggraden begränsas rörligheten av att antalet kotor är relativt litet. Den väsentliga rörelsetypen utgöres här av en framåt- och bakåtböjning.

Tabell I. Kroppsmått

Pos	Kroppsmått	Mått i mm, vikt i kg			Referens
		min	medel	max	
1	Vikt	52	70	86	(3)
2	Totallängd	1600	1782	1900	(3)
3	Sitthöjd, antropometrisk	875	930	990	(3)
4	Ögonhöjd, antropometrisk	760	815	875	(3)
5	Benlängd	970	1060	1160	(a)
6	Lårbenslängd	570	610	670	(3)
7	Underbenshöjd (inkl fot)	520	560	610	(3)
8	Överarmshöjd	340	370	400	(3)
9	Underarmslängd (inkl hand)	450	490	530	(3)
10	Armbågshöjd	200	245	290	(3)
11	Bröstlängd	190	220	260	(3)
12	Buklängd	160	190	240	(3)
13	Låromkrets	470	550	640	(3)
14	Armlängd (från ryggsplan)	800	880	960	(13)
15	Skulderbredd	420	460	500	(10, 13)
16	Bröstbredd	285	315	345	(10, 13)
17	Höftbredd	325	360	395	(10, 13)

a) Här anges dockans rent anatomiska mått (jf fig 8). Motsvarande intagningsmått (3) är större (1020, 1110 respektive 1210 mm) på grund av rörelseinskränkningar i lederna hos somliga människor vid aktuell mätställning.

50th PERCENTILE MALE RANGES OF MOTIONS AND TERMINOLOGY. The movements are described and measured from a referenced "anatomical position", which is defined as "An erect standing posture with the palm surfaces of the hands positioned anteriorly (in supination)". There are some movements described in this list that may be best achieved mechanically by not duplicating the normal anatomical relationships of the skeletal components.

Letter Designation	Title	Angle, Deg.	Letter Designation	Title	Angle, Deg.
B	Head with Respect to Torso Flexion	60+10	R	Thigh at Hip Flexion	120 min
A	Hyperextension	60+45	S	Hyperextension	45+10
C	Lateral Flexion	±40±10	U	Medial Rotation	50 } +10
D	Rotation	±70±10	T	Lateral Rotation	50 } +10
			W	Adduction	10 } +10
			V	Abduction	50 } +10
E	Shoulder Girdle with Respect to Torso Anterior-Posterior	±10	K	Lower Leg at Knee Flexion	135 min
F	Excursion	20+10			
AG	Elevation	10+10			
	Depression				
	Upper Arm at Shoulder		Z	Plantar Flexion	45 } +10
	Adduction	0 } +10	Y	Dorsiflexion	30 } +10
	Abduction	135 }	AB	Inversion	20 } +5
	Medial Rotation	90 } +10	AA	Eversion	20 }
	Lateral Rotation	0 }			
	Flexion	180 }			
	Hyperextension	60 }	AC	Long Axis of Torso Flexion	40 min
			AE	Hyperextension	30+5
	Forearm at Elbow Flexion	135 min	AD	Lateral Flexion	35+10
M			AF	Rotation	35+10
	Hand at Wrist				
P	Palmar Flexion	90+10			
Q	Dorsiflexion	60+10			
O	Pronation	±80±10			
N	Supination				

Tabell II. Rekommenderat rörelseomfång hos amerikanska antropometriska dockor (19). Rörelserna betecknas enl "letter designation" och avbildas i fig 2.

STANDARD FLEXION MOVEMENT CHART

PARTS MOVED	MOVEMENT	ANGLE OF MOVEMENT					
		292-800 Series	292 Series	292-400 Series	262 Series	6 Year Old	3 Year Old
Head - Relative to Trunk	Ventriflexion (Forward)	60°	60°	60°	60°	60°	50°
	Dorsiflexion (Backward)	60°	50°	60°	60°	60°	60°
	Lateroflexion (To either side)	60°	40°	40°	40°	40°	40°
	Rotation (To either side)	70°	70°	70°	70°	70°	70°
Shoulder	Cone of Rotation	40°	40°	40°	---	40°	40°
Arm - at Shoulder	Flexion (Forward)	180°	180°	180°	180°	180°	180°
	Extension (Backward)	60°	60°	60°	60°	60°	60°
	Abduction	135°	135°	135°	135°	135°	135°
	Humeral Rotation (To either side)	90°	90°	90°	90°	90°	90°
Forearm - at Elbow Pivotal	Flexion	145°	145°	145°	145°	145°	145°
Forearm - w/Hand	Pronation & Supination	90°	90°	90°	90°	90°	90°
Hand at Wrist	Flexion (Forward)	90°	90°	90°	90°	90°	90°
	Extension (Dorsal)	90°	60°	60°	60°	60°	60°
Fingers		PASSIVE FORMABLE - ALL MODELS					
Thigh - at Hips	Flexion (Forward)	145°	145°	145°	145°	145°	145°
	Extension (Backward)	45°	45°	45°	45°	45°	45°
	Abduction	70°	70°	70°	70°	70°	70°
	Rotation (To either side)	50°	50°	50°	---	---	90°
Leg - at Knee	Flexion	135°	135°	135°	135°	135°	135°
	Plantarflexion	75°	75°	75°	75°	75°	75°
Foot - at Ankle	Dorsiflexion	30°	30°	30°	30°	30°	30°
	Med. - Lat. Toe Swing	30°	30° Total	30° Total	30° Total	---	---
	Med. - Lat. Ankle Flexion	30°	30° Total	30° Total	---	---	---
	Rotation (To either side)	50°	50°	40°	---	---	40°
Torso & Shoulders w/respect to Pelvis	Forward Bend	60°	45°	40°	---	---	40°
	Backward Bend	30°	25°	20°	---	---	40°
	Lateral (To either side)	55°	50°	45°	---	---	200°
							45°

NOTE: Sierra Model #592 50, Female; Test Dummy, has the same degrees of articulation as given for the 292-400 Series in the above chart.

*OPTIONAL NECKS WITH ARTICULATION TO IIC² ARE AVAILABLE.

Fig 3. Tabell över rörelseområdet hos Sierra-dockorna (18)

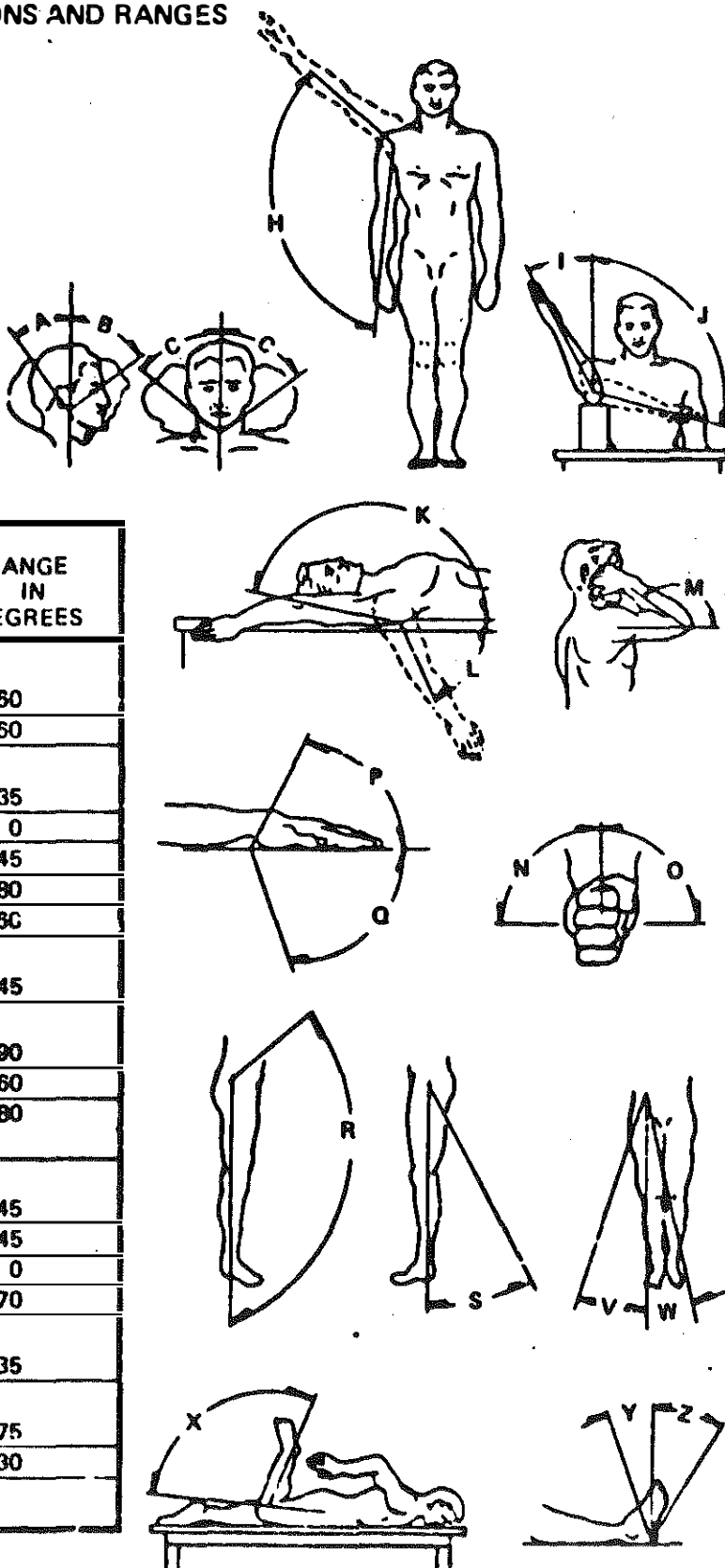
ANTHROPOMORPHIC DUMMY MOTIONS AND RANGES

Dummy: Alderson CG type dummies are available in U.S. Air Force standard percentile sizes 3, 5, 10, 50, 75, 90, 95, and 98 with weights ranging from 129.3 to 211.6 pounds.

Color: International Orange skin color, other colors available.

Clothing: Coveralls and standard military issue shoes.

Motions and Ranges:



SYMBOL	ALDERSON TYPE CG MOTION DESCRIPTION	RANGE IN DEGREES
HEAD WITH RESPECT TO TORSO		
B	Flexion	60
A	Hyperextension	60
UPPER ARM AT SHOULDER		
H	Abduction	135
I	Lateral Rotation	0
J	Medial Rotation (Fixed)	45
K	Flexion	180
L	Hyperextension	60
FOREARM AT ELBOW		
M	Flexion	145
HAND AT WRIST		
Q	Palmar Flexion	90
P	Dorsiflexion	60
O	Pronation	180
N	Supination	
THIGH AT HIP		
R	Flexion	145
S	Hyperextension	45
W	Adduction	0
V	Abduction	70
LOWER LEG AT KNEE		
X	Flexion	135
FOOT AT ANKLE		
Z	Plantar Flexion	75
Y	Dorsiflexion	30

Fig 4. Rörelseområdet för Alderson-dockan.

Tabell III. Nackledens inklusive halskotpelarens rörelseomfång

Rörelse	Referens		Back et al. 1959 ^{b)}		Hjortsjö 1967 ^{c)}	SAE J963 1968 ^{d)}	Sevastik 1971 ^{e)}
	Glanville et al. 1937 ^{a)}	aktivt	passivt	Män			
Framåtböjning	60°	76°	66°	69°	80° (15°)	60+10°	35° - 45°
Bakåtböjning	61°	77°	73°	81°	70° (15°)	60+45°	35° - 45°
Sidoböjning höger	40°	61°	-	-	20° (5°)	40+10°	45°
Sidoböjning vänster	43°	65°	-	-	20° (5°)	40+10°	45°
Vridning höger	77°	97°	72°	73°	70° (25°)	70+10°	60° - 80°
Vridning vänster	80°	95°	74°	74°	70° (25°)	70+10°	60° - 80°

- a) Medelvärden av data från 10 män i åldern 20-40 år
- b) Medelvärden av data från 47 kvinnor och 53 män i åldern 18-23 år; aktiva rörelser
- c) Värden inom parentes anger rörelseomfånget i enbart nackleden. Samtliga värden mycket approximativa på grund av stora individuella variationer
- d) Rekommenderade mått för amerikanska antropometriska dockor; viss docktyp kan fås med \pm ex 105° bakåtböjning
- e) Värden för klinisk tillämpning

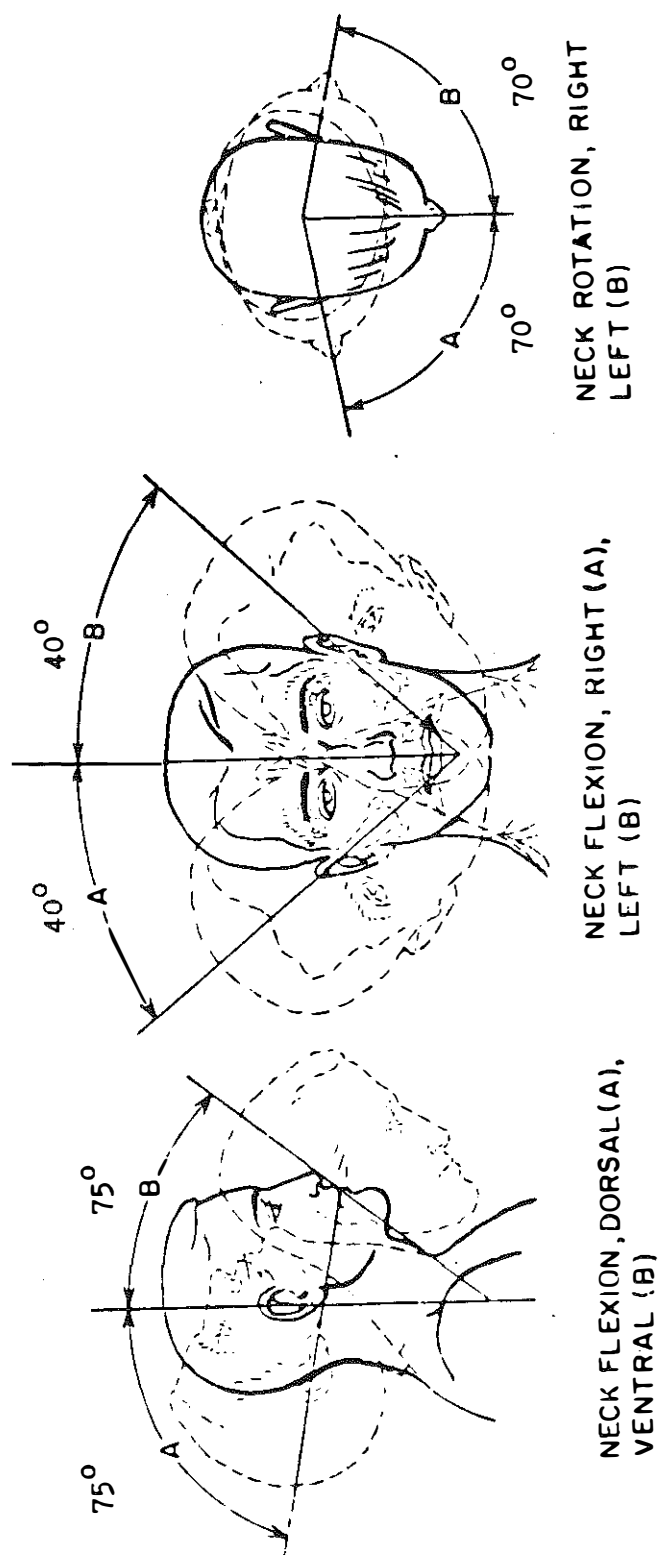


Fig 5. Nackledens inklusive halskotpelarens rörelseområde för aktuell docka

Kotpelarens maximala rörelse är dock i regel mindre än summan av delarnas rörelser. Genom så kallade kompensatoriska kotpelarkrökningar minskas rörelseområdet i ett visst kotpelaravsnitt, när ett annat avsnitt böjer sig åt motsatt håll för att korrigera tyngdlinjens förlopp i förhållande till understödspunkterna. Bröst och ländryggens normala rörelseområde inom bröst- och ländregionen för klinisk tillämpning ges i fig 6 (17). Motsvarande rörelseområde för den amerikanska dockan Sierra framgår av fig 3.

Tabell IV ger ensammanfattning av hela ryggradens rörelseområde specificerat för aktuell docka.

Tabell IV. Sammanfattning av hela ryggradens rörelseområde.

Rörelse	Huvud	Hals	Huvud + Hals	Bröst + Länd	Totalt
Framåtböjning	15°	55°	70°	60°	130°
Bakåtböjning	15°	60°	75°	30°	105°
Sidoböjning höger	5°	35°	40°	55°	95°
Sidoböjning vänster	5°	35°	40°	55°	95°
Vridning höger	25°	45°	70°	50°	120°
Vridning vänster	25°	45°	70°	50°	120°

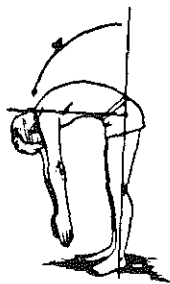
4.3 Extremiteternas rörelseområde

Människans normala rörelseområde i händer, fötter, armar och ben har angivits i fig 7. Materialet grundas på data från 39 män med en genomsnittsålder på 20 år, medellängd 179 cm och medelvikt 75 kg (4, 8, 22). Medelvärden $\pm \sigma$ (standardavvikelse) har angivits; med $\pm 2 \sigma$ erhålles området för 95% av uppmätta data. Rekommenderat rörelseområde för amerikansk antropometrisk docka har getts ovan i tabell II. För aktuell docka specificeras rörelseomfånget enligt tabell V.

5. Kroppssegment och extremitetslänkar

5.1 Huvudet

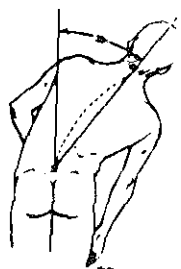
Beträffande huvudets mått föreligger inga speciella fordringar för flygande personal. Undersökningar av huvudets längd och bredd är sammanförda i tabellerna VI och VII. Huvudet på aktuell docka föreslås få en längd från pannan till bakhuvudet av 195 mm och en bredd av 155 mm. Huvudets höjd från hjässan till tredje halskotan



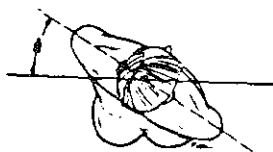
Flexion: 80°-90°



Extension: 20°



Sidböjning: 30° At
vardera hållet



Rotation: 30° At
vardera hållet

Fig 6. Normalt rörelseområde inom bröst- och ländryggrad för klinisk tillämpning (17)

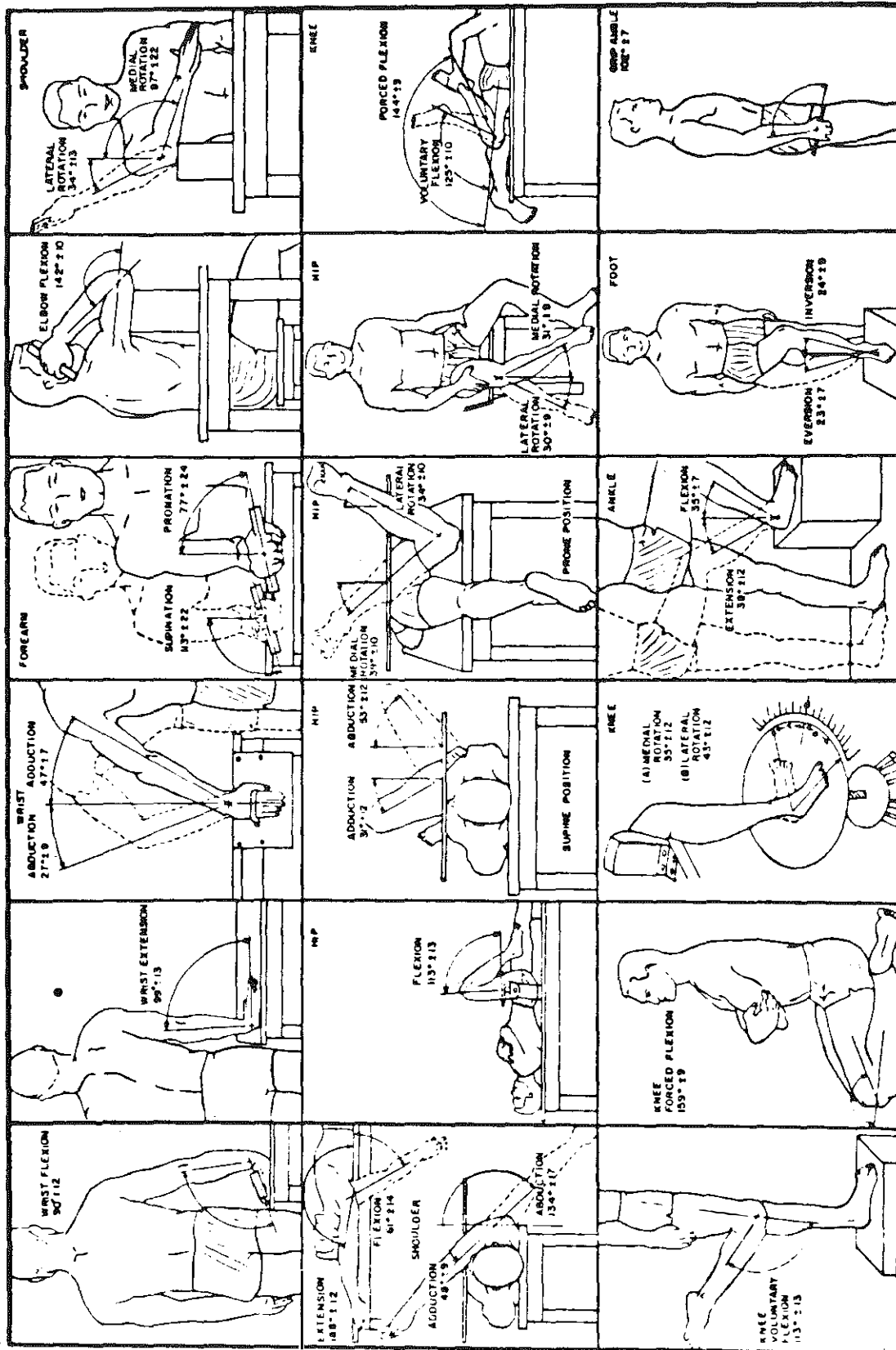


Fig 7. Extremiteternas rörelseområde (4, 8, 22)

har angivits till 240 mm (7). Avståndet mellan nackleden och hjas-
san utgör 8.77% av kroppslängden (22). Vid en kroppslängd av
1782 mm blir detta avståndet 156 mm, vilket rekommenderas för ak-
tuell docka.

5.2 Handlängden

AWO 2-dockan hade en handlängd av 215 mm. Medelvärdet av handläng-
den på amerikansk och engelsk militär personal ligger mellan
190 och 200 mm (tabell VIII). Den senaste svenska undersökningen (14)
av 300 värnpliktiga gav ett medelvärde för handlängden av 198 mm.
Dockans handlängd föreslås vara 195 mm med min- och maxvärden på
180 respektive 210 mm.

Tabell V. Extremiteternas rörelseområde för aktuell docka.

Rörelseled	Rörelse	Rörelseområde
Handled	Sträckning (dorsalt)	100°
	Böjning (palmar)	90°
	Abduktion	25°
	Adduktion	45°
Underarm	Supination	110°
	Pronation	75°
Armbågsled	Böjning	145°
Axelled	Böjning (framåt)	190°
	Sträckning (bakåt)	60°
	Abduktion	135°
	Rotation (överarm) ^{a)}	90°
Skulderblad	Framåt	10°
	Bakåt	10°
	Uppåt	20°
	Nedåt	10°
Höftled	Böjning (framåt)	145°
	Sträckning (bakåt)	45°
	Abduktion	75°
	Adduktion	10°
	Rotation (lår) ^{a)}	50°
Knäled	Böjning	160°
Fotled	Böjning (dorsalt)	35°
	Sträckning (plantart)	75°
	Inåtförning	20°
	Utåtförning	20°

a) åt vardera sidan

Tabell VI. Huvudets längd från pannbenet till bakhuvudet (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	186	197	208
NORGE	1962	(21)	-	194	-
USN	1964	(10)	188	198	209
ARMY	1966	(23)	183	195	207
NAVY	1966	(24)	182	194	206
USA	1969	(7)	-	200	-
RAF	1971	(20)	188	198	209

Tabell VII. Huvudets bredd (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	146	154	163
NORGE	1962	(21)	-	153	-
USN	1964	(10)	147	156	164
ARMY	1966	(23)	143	153	163
NAVY	1966	(24)	142	152	162
USA	1969	(7)	-	158	-
RAF	1971	(20)	149	157	166

Tabell VIII. Handlängden (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	176	190	204
USN	1964	(10)	177	191	206
ARMY	1966	(23)	174	190	206
NAVY	1966	(24)	174	189	204
USAF	1968	(9)	183	197	212
RAF	1971	(20)	-	192	-
Vpl	1971	(14)	-	198	-
FC/SAAB	1971	(2)	-	192	-

5.3 Underarmslängden

AWO 2-dockans underarm inklusive hand var 490 mm lång för en medel-docka. Motsvarande värden enligt senaste undersökningar av militär personal (tabell IX) visar, att detta värde, som också utgör medelvärdet av FV gällande antagningsmått (3), är anmärkningsvärt högt. Med hänsyn till gällande intagningsfordringar föreslås dock för aktuell docka en underarmslängd inklusive hand av 450, 490 och 530 mm för en min-, medel- respektive max-docka.

Tabell IX. Underarmslängden (inkl hand) (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	446	479	512
USN	1964	(10)	455	484	517
ARMY	1966	(23)	441	480	518
NAVY	1966	(24)	441	477	512
RSAF	1967	(3)	450	480	510
RAF	1971	(20)	447	480	513
FV fordr		(3)	450	490	530

5.4 Underarmslänken

AWO 2-dockans underarmslänk var för en medel-docka 235 mm med 195 och 275 mm för min- respektive max-dockan. Medeltalet av längden av denna länk är enligt antropometrisk litteratur 272 mm (6). För aktuell docka föreslås 225, 265 och 305 mm för min-, medel- respektive max-dockan vid konstant handlängd (= 195 mm). Om min-, medel- och maxhandlängder användes (180, 195 respektive 210 mm) bör min-, medel- och max-måtten vara 240, 265 respektive 290 mm.

5.5 Avståndet armbågsled - armbågens utsida

På AWO 2-dockan var avståndet mellan armbågsleden och hudytan på armbågens utsida vid böjd arm 40 mm. Detta avstånd är emellertid anatomiskt sett mindre än avståndet mellan axelleden och hudytan på axelns ovansida, vilket angivits till 40 mm. För aktuell docka föreslås att avståndet reduceras till 30 mm.

5.6 Överarmshöjden

AWO 2-dockans överarmshöjd var 370 mm för en medel-docka, vilket överensstämmer såväl med medelvärdet för antagningsmättet i FV som med senaste utländska undersökningar (Tabell X). Föreslag-na mått överensstämmer med FV fordringar.

Tabell X. Överarmshöjden (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	335	364	392
USN	1964	(10)	340	368	396
ARMY	1966	(23)	338	369	400
NAVY	1966	(24)	339	369	399
RSAF	1967	(3)	345	379	400
RAF	1971	(20)	-	364	-
FV fordr		(3)	340	370	400

5.7 Överarmslänken

På AWO 2-dockan var överarmslänken 290 mm för medel-dockan. Motsvarande värden för min- och max-dockan var 260 respektive

320 mm. I antropometrisk litteratur har angivits medelvärdet 300 (6) för denna länk. För aktuell docka föreslås en överarmslänk av 270, 300 och 330 mm för en min-, medel- respektive max-docka.

5.8 Avståndet armbågsled - armbågens undersida

Avståndet mellan armbågsleden och hudytan på armbågens undersida vid böjd arm var på AWO 2-dockan 40 mm men föreslås för aktuell docka att i likhet med avståndet mellan leden och armbågens utsida ändras till 30 mm.

5.9 Avståndet axelled - axelns ovansida

Avståndet mellan axelleden och hudytan på axelns ovansida var på AWO 2-dockan 40 mm. För aktuell docka föreslås, att avståndet 40 mm bibehålles.

5.10 Sammanfattning armmått

Föreslagna armmått sammanfattas i fig 8.

5.11 Avståndet axelled - ryggplanet

Avståndet mellan axelleden och ryggplanet är lika med skillnaden mellan armlängden från ryggplanet och summan av armens delar (överarmslänk + underarmslänk + hand). Det sökta avståndet blir för min-, medel- och max-dockan 110, 120 respektive 130 mm.

5.12 Axelledsbredden, skulderbredden, avståndet mellan axelleden och överarmens utsida och bröstbredden

Axelledsbredden, dvs det horisontella avståndet mellan de bägge axellederna angavs till 385, 430 och 450 mm för en min-, medel- respektive max-docka typ AWO 2. Skulderbredden, dvs det maximala avståndet mellan överarmarnas utsidor har vid mätningar av militär personal erhållit värden enligt tabell XI. Som en avvägning föreslås för aktuell docka att skulderbredden blir 420, 460 och 500 mm för en min-, medel- respektive max-docka. "Biacromial diameter", dvs avståndet mellan skulderbladens utsidor vid axelleden, var enligt USAF 1950 (13) för en 5%-, 50%- och 95%- man 370, 401 respektive 430 mm. Detta mått svarar ungefärligen mot axelledsbredden. Halva skillnaden mellan skulderbredden och axelledsbredden motsvarar avståndet mellan överarmens utsida och axelleden. Detta innebär för USAF 1950 (13) ett mått av 27 mm. Om motsvarande beräkning göres för en 5%- och 95%- man erhålles 25 respektive 32 mm. För aktuell docka föreslås att avståndet mellan axelleden och överarmens utsida skall utgöra 30 mm för samtliga dockor. Motsvarande axelledsbredder blir då 360, 400 och 440 mm för en min-, medel- respektive max-docka.

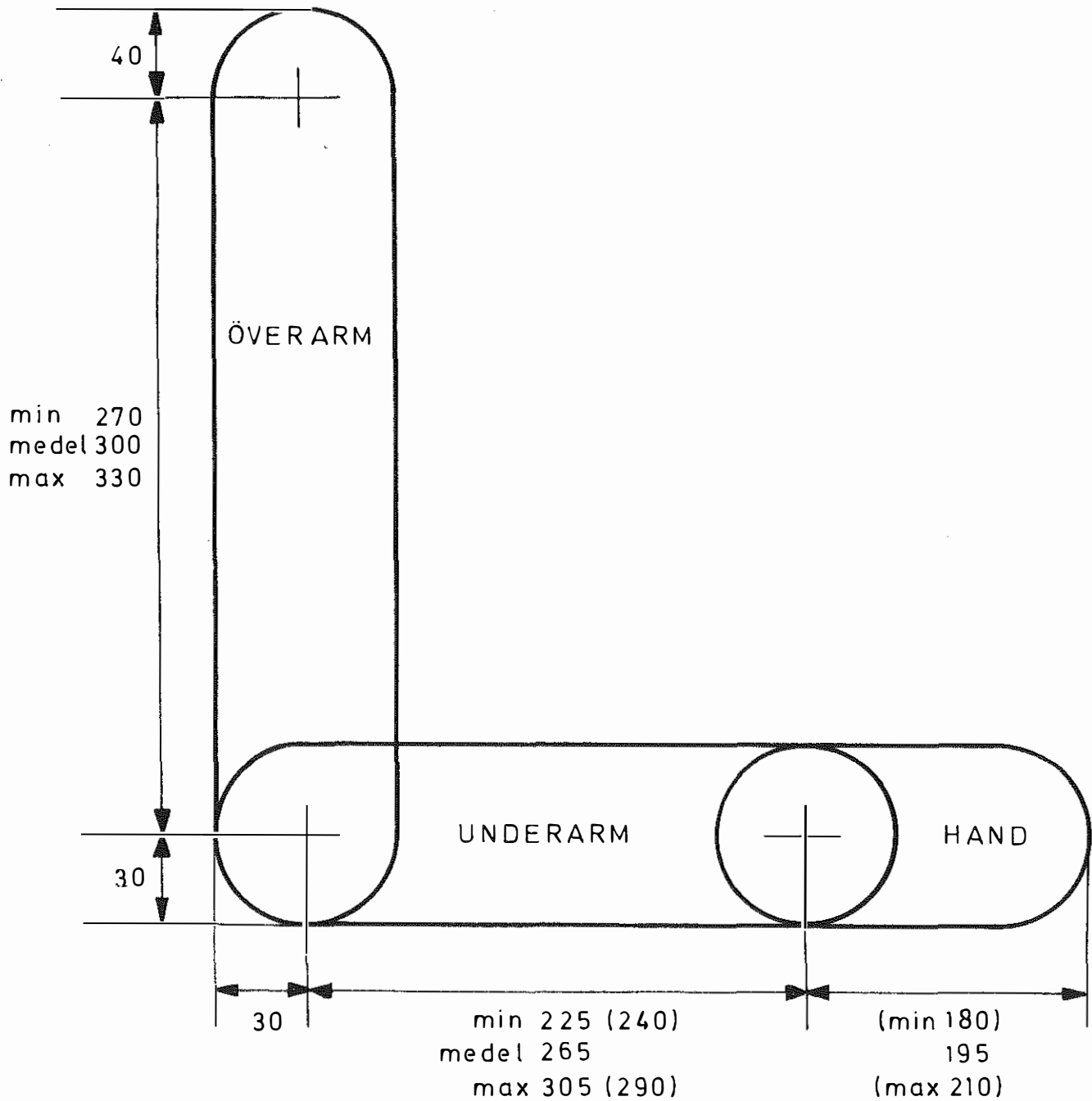


Fig 8. Föreslagna mått för övre extremiteten för en min-, medel- och max-docka. Måtten inom parentes anger värden vid icke konstant handlängd. Mått i mm.

Tabell XI. Skulderbredd (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	419	454	493
USN	1964	(10)	439	477	515
ARMY	1966	(23)	412	454	496
NAVY	1966	(24)	407	449	491
RAF	1971	(20)	432	466	500

Värden på bröstbredden från mätningar av amerikansk militär personal finns redovisade i tabell XII. Som en avvägning föreslås för aktuell docka 285, 315 och 345 mm för en min-, medel- respektive max-docka.

Tabell XII. Bröstbredd (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	275	305	341
USN	1964	(10)	295	326	363
ARMY	1966	(23)	261	306	351
NAVY	1966	(24)	266	302	338

5.13 Underbenshöjd

Docka AWO 2 hade en underbenshöjd av 520, 560 och 610 mm för en min-, medel- respektive max-docka, vilket också är de mått som gäller för intagning i flygvapnet och som föreslås för aktuell docka. Motsvarande utländska mått redovisas i tabell XIII.

5.14 Underbenslänken

Underbenslänken angavs till 375, 415 och 465 mm för min-, medel- respektive max- AWO 2-dockan, vilket kan jämföras med det medelvärde på 410 mm, som uppgivits i antropometrisk litteratur (6). För aktuell docka föreslås bibehållna värden.

Tabell XIII. Underbenshöjden ^{a)} (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	510	551	591
USN	1964	(10)	515	554	597
ARMY	1966	(23)	496	541	586
NAVY	1966	(24)	490	534	578
RSAF	1967	(3)	515	555	590
RAF	1971	(20)	519	558	602
FV fordr		(3)	520	560	610

a) Måtten från olika referenser ej säkert ekvivalenta p g a skillnader i fråga om mätteknik.

5.15 Avståndet fotled - fotens undersida

Avståndet mellan fotled och fotsulan angavs för AWO 2-dockan till 90 mm. Avståndet mellan knäled och fotens undersida skall utgöra 28,44% av kroppslängden (22), vilket för en kroppslängd av 1782 mm innebär 507 mm. Om värdet på underbenslänken, 415 mm, subtraheras från detta mått, erhålles avståndet fotled - fotens undersida, vilket blir 92 mm. Det föreslås, att måttet 90 mm bibehålles för aktuell docka.

5.16 Avståndet knäled - knäets ovan- respektive framsida

Avståndet mellan knäleden och hudytan på knäets ovalsida vid böjt knä blir 55 mm vid en underbenshöjd av 560 mm, en underbenslänk av 415 mm och ett avstånd fotled - fotens undersida av 90 mm, vilket överensstämmer med AWO 2-dockan. Avståndet mellan knäleden och hudytan på knäets framsida vid böjt knä föreslås också bli 55 mm.

5.17 Lårbenslängden

AWO 2-dockans lårbenslängd var 570, 610 och 670 mm för en min-, medel- respektive max-docka, vilket också är lika med intagningsmåtten i flygvapnet och följaktligen föreslås för aktuell docka. Mått från utländska undersökningar av militär personal jämföres med detta mått i tabell XIV.

Tabell XIV. Lårbenslängden (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	557	600	645
USN	1964	(10)	572	611	655
ARMY	1966	(23)	548	595	642
NAVY	1966	(24)	547	592	637
RSAF	1967	(3)	570	610	645
RAF	1971	(20)	564	607	652
FV fordr		(3)	570	610	670

5.18 Lårlänken

Lårlänkens längd var för AWO 2-dockan 395, 435 och 495 för min-, medel- respektive max-dockan. Avståndet mellan höftleden och fotens undersida skall i stående utgöra 52,13% av kroppslängden (22), dvs 929 mm för en kroppslängd av 1782 mm. Efter subtraktion av måtten för fotledshöjd och underbenslänk erhålles här ett värde av 424 mm. I antropometrisk litteratur (6) har medelvärdet 432 mm angivits. För aktuell docka föreslås ett medelvärde av 430 mm. Med hänsyn till övriga benmått, framför allt avståndet ryggplan - höftled och lårbenslängden, föreslås för min- och max-dockan 385 respektive 475 mm.

5.19 Avståndet ryggplan - höftleden

Avståndet mellan ryggplanet, dvs höftledens baksida, och själva höftleden var på AWO 2-dockan 125 mm. För aktuell docka föreslås dock viss skillnad mellan dockor av olika storlek med 120, 125 och 130 mm för min-, medel- respektive max-dockan.

5.20 Avståndet sittplan - höftleden

Avståndet mellan sittplanet och själva höftleden var på AWO 2-dockan 80 mm och föreslås oförändrat för aktuell docka.

5.21 Fotlängden

Medelvärdet av fotlängden ligger omkring 265 mm (tabell XV), vilket föreslås för medel-dockan med 245 och 285 mm för min- respektive max-dockan i de fall man inte önskar gemensam fotlängd för samtliga dockstorlekar.

5.22 Sammanfattning benmått

Föreslagna benmått sammanfattas i fig 9.

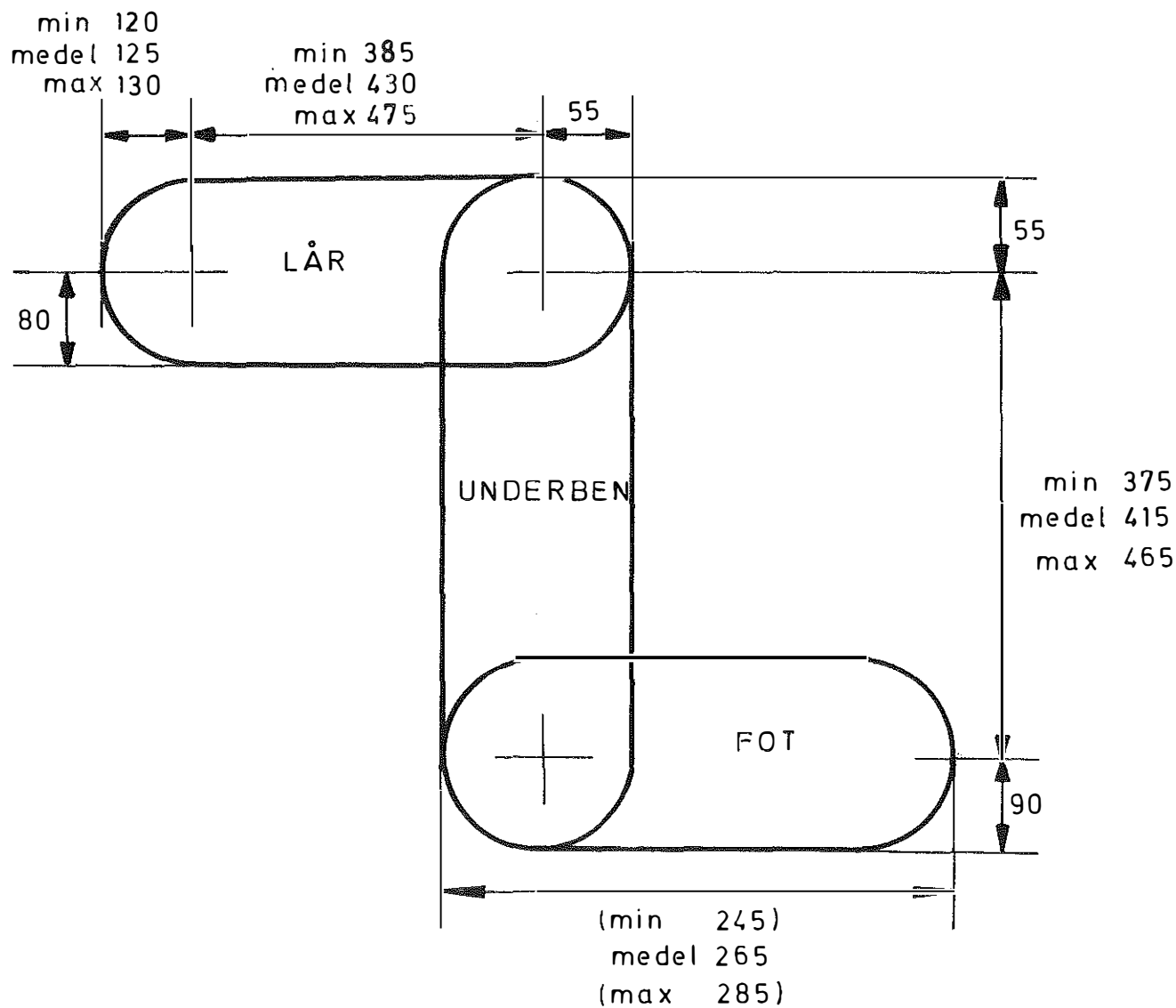


Fig 9. Föreslagna mått för nedre extremiteten för aktuell docka. Mått i mm.
Måtten inom parentes anger värden vid icke konstant fotlängd.

Tabell XV. Fotlängden (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	248	267	286
USN	1964	(10)	247	266	287
ARMY	1966	(23)	247	268	289
NAVY	1966	(24)	244	265	286
RAF	1971	(20)	247	265	285
Vpl	1971	(14)	-	260	-

5.23 Höftledsbredden, höftbredden

Höftledsbredden var för AWO 2-dockan 180, 180 och 195 för en min-, medel- respektive max-docka. Motsvarande bredd för aktuell docka föreslås vara 175, 190 respektive 205 mm med hänsyn tagen till nedanstående mått.

Värden för höftbredden från mätningar av militär personal framgår av tabell XVI. För aktuell docka föreslås 325, 360 och 395 mm för en min-, medel- respektive max-docka. Detta medför, att avståndet mellan höftleden och höftens utsida får värdena 75, 85 och 95 mm för min-, medel- respektive max-dockan.

Tabell XVI. Höftbredden, sittande (mm)

		Ref	5%	50%	95%
USAF	1950	(13)	322	355	392
USN	1964	(10)	333	368	404
ARMY	1966	(23)	302	342	381
NAVY	1966	(24)	337	339	400
RAF	1971	(14)	332	367	406

6. Viktsfördelning och tyngdpunktslägen

Aktuell docka föreslås få viktsfördelning och tyngdpunktslägen enligt tabell XVII. För huvudets del skall dock beträffande tyngdpunktsläget nedan angivna SAE-värde gälla.

Tabell XVII. Viktsfördelning (7) och tyngdpunktslägen (7, 8).

Kroppsdel	Massa (% av hela kroppen)	Tyngdpunktsläge a)	
		Uppifrån	Bakifrån
Huvud b)	7,3	46,4	40,0
Bål med hals c)	50,7	38,0 d)	50 f)
Överarm	2,6	43,6	50 f)
Underarm	1,6	43,0	50 f)
Hand	0,7	18,0 e)	56,1 g)
Lår	10,3	43,3	50 f)
Underben	4,3	43,3	50 f)
Fot	1,5	46,2	44,9
Hela kroppen	100,0	41,2	50 f)

a) i stående ("givakt")

b) inklusive de två översta halskotorna

c) exklusive de två översta halskotorna

d) från bröstbenets övre kant

e) avståndet från tyngdpunkten till mittersta knogen i procent av handlängden

f) uppskattat

g) från insidan

Vid en huvudlängd från pannben till bakhuvud av 200 mm ligger huvudets tyngdpunkt i medeltal 112 mm under hjässans högsta punkt och 80 mm framför bakhuvudet (7). Tyngdpunkten ligger enligt SAE J963 (19), där huvudets höjd anges till knappt 240 mm, dess längd till 195 mm och dess bredd till 155 mm, cirka 100 mm framför bakhuvudet och 120 mm under hjässan. De senare måtten föreslås gälla för aktuell docka.

7. Rekommendation

Den antropometriska dockan, vars mått här föreslagits, beräknas komma till användning som "försöksperson" vid utskjutningsprov under en tidsperiod då nuvarande intagningsfordringar vad avser kroppsmått fortfarande gäller. Aktuella flygplantyper har också konstruerats i enlighet med dessa intagningsmått. Människan kroppsstorlek och form förändras emellertid kontinuerligt och de föreslagna måtten för dockan torde inte helt motsvara vare sig den nuvarande förarpopulationen eller den svenska värnpliktspopulationen av idag. För att uppnå en framtida samstämmighet mellan flygförarpopulationens (dvs flygvapnets intagningsfordringar), flygplankabinens inklusive räddningssystemets och dockans antropometriska data samt även den personliga utrustningens konfektionsdata krävs en samordning av aktuella intressenters fortsatta aktiviteter. För nästa generation flygplan bör denna samordning ske redan nu.

8. Referenser

1. ANDRAE, B. Armens hållfasthet vid flöjling. Rapport F:FC A13:3 (FM 70:7). Försökscentralen, Malmslätt, 1970.
2. ANDRAE, B. Handmått på FC och SAAB flygförare. Rapport F:FC A41:3 (FM 72:5). Försökscentralen, Malmslätt, 1972.
3. ANDRAE, B., EKMARK, J., LAESTADIUS, H. Kroppsmått för flygande personal. Rapport FC A41/001:6 (FM 68:9). Försökscentralen, Malmslätt, 1968.
4. BARTER, J.T., EMANUEL, J., TRUETT, B. A statistical evaluation of joint range data. Report WADC TN 57-311, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1957.
5. BUCK, G.A., DAMERON, F.B., DOW, M.J., SKOWLUND, H.V. Study of normal range of motion in the neck utilizing a bubble goniometer. Arch. Phys. Med. Rehab. 40:390-392, 1959.
6. CARLSÖÖ, S. Antropometri. I: Handbok i ergonomi (Luthman, G., Åberg, U., Lundgren, N., red.). Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1966.
7. CLAUSER, C.E., McCONVILLE, J.T., YOUNG, J.W. Weight, volume, and center of mass of segments of the human body. Report AMRL-TR-69-70. Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1969.
8. DEMPSTER, W.T. Space requirements of the seated operator. Report WADC-TR-55-159, Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1955. Also in: Human Mechanics. AMRL-TDR-63-123, Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1963.

9. GARRETT, J.W. Anthropometry of the hands of male Air Force flight personnel. Report AMRL-TR-69-42, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1970.
10. GIFFORD, E.C., PROVOST, J.R., LAZO, J. Anthropometry of naval aviators-1964. Report NAEC-ACEL-533, Aerospace Crew Equipment Laboratory, Naval Air Engineering Center, Philadelphia, 1965.
11. GLANVILLE, A.D., KREEZER, G. The maximum amplitude and velocity of joint movements in normal male human adults. Human Biol. 9:197-211, 1937.
12. HERTZBERG, H.T.E., DANIELS, G.S., CHURCHILL, E. Anthropometry of flying personnel-1950. Report WADC TR 52-321. Wright Air Development Center, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1954.
13. HJORTSJÖ, C-H. Rörelseapparaten. Lund: Gleerups, 1967.
14. LEWIN, T., WILSON, O. Antropometrisk-morfolögisk undersökning av värnpliktiga. Rapport F:FC A13:2 (FM 72:7). Försökscentralen, Malmslätt, 1972.
15. MERTZ, Jr, H.J., PATRICK, L.M. Investigation of the kinematics and kinetics of whiplash. 11th Stapp Car Crash Conf., New York: SAE Inc., 1967.
16. SANTSCI, W.R., DUBOIS, J., OMOTO, C. Moments of inertia and centers of gravity of the living human body. Report AMRL-TDR-63-36, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1963.
17. SEVASTIK, J. Kompendium i funktionell anatomi. Umeå: Medicinska föreningen, 1971.
18. Sierra. Antropomorphic-Antropometric. Sierra family of test dummies. Sierra Engineering Co. Sierra Madre, Calif., 1967.
19. Society of Automotive Engineers. Anthropomorphic test device for dynamic testing - SAE J963. In SAE Handbook. New York: SAE, Inc., 1972.
20. TURNER, G.M. Anthropometric survey of 2 000 aircrew 1970-1971. Report in preparation. R.A.F. Institute of Aviation Medicine, Farnborough, Hants, 1971.
21. UDJUS, L.G. Antropometrical Changes in Norwegian Men in the Twentieth Century. Oslo: Universitetsforlaget, 1964.

22. WEBB, P. Bioastronautics Data Book. NASA SP-3006. National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C., 1964.
23. WHITE, R.M. US Army Anthropometry-1966. Pioneering Research Laboratory, US Army Natick Laboratories, Natick, Mass. Report in preparation. In: A collation of anthropometry (Garrett, J.W., Kennedy, K.W., editors). Report AMRL-TR-68-1, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1971.
24. WHITE, R.M. US Navy Anthropometry (Recruits)-1966. Pioneering Research Laboratory, US Army Natick Laboratories, Natick, Mass. Report in preparation. In: A collation of anthropometry (Garrett, J.W., Kennedy, K.W., editors). Report AMRL-TR-68-1, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, 1971.