

Morphologie de la main humaine

par

J. SPORCQ

1. Introduction

La main humaine a été, certes, étudiée par les anthropologues. Cependant, lorsqu'on examine la littérature qui s'y rapporte, on est frappé par le petit nombre de recherches faites à son sujet, comparativement à l'abondance des publications qui traitent des autres régions du corps humain, ou encore en les comparant à la place que lui réservent d'autres disciplines, telles l'anatomie, la chirurgie, ... Or la main est une des caractéristiques essentielles de l'Homme. Libérée de la fonction locomotrice, elle lui sert exclusivement à des exécutions de programmes conçus par le cerveau. De toutes les régions du corps, c'est la main qui entre le plus fréquemment en contact direct avec le monde extérieur. C'est elle qui, par sa proximité des outils ou des mécaniques en mouvement, ou par son contact avec les produits employés ou l'électricité, est la première atteinte et donc une des plus vulnérables parties du corps. Son rôle essentiel dans le contrôle des machines, dans la préparation des outils et des produits mis en œuvre, exige précision, sûreté, habileté, associées souvent à la force. Ces qualités dépendent de la sensibilité de la main (palpation, sensibilité à la température, à la pression, sens kinesthésique) et de sa motricité, et, en fonction de modèles appris, assurent dans une certaine mesure une sécurité relative. La fréquence et la gravité élevées des accidents de travail et des affections cutanées d'origine professionnelle qui surviennent aux mains atteignent près de 60% des accidents et affections cutanées liés à l'exercice d'une profession. On verra immédiatement l'intérêt pratique d'une connaissance des caractéristiques de la main. Par exemple, il importera de créer des moyens de protection particulièrement bien adaptés pour protéger les mains. Or, les moyens de protection sont en fait des écrans érigés entre la partie du corps à protéger et les facteurs d'agression du monde extérieur. En ce qui concerne les mains, il est nécessaire que ces écrans permettent une bonne transmission de la sensibilité et de la motricité. Pour la grande majorité de tels écrans protecteurs, la qualité de cette transmission est paradoxalement réduite. La valeur de la protection s'en trouve, en conséquent, réduite. Cependant, il convient de préserver l'efficacité de la manipulation tout en augmentant sa sécurité, autrement dit, de rechercher l'optimalisation

de la fiabilité du couple sécurité-efficacité. Cette motivation suffirait à elle seule à justifier une étude générale de la main.

Les caractéristiques morphologiques et physiologiques recueillies ne permettraient-elles que d'élaborer des recommandations ergonomiques, que nous aurions déjà atteint un objectif utile : adéquation des moyens de protection à mettre en œuvre, fabrication d'outils mis à la disposition des travailleurs, par exemple. La connaissance des caractéristiques anthropométriques de la main peut présenter un grand intérêt pour la comparaison de populations, et nous pensons ainsi apporter un élément à la connaissance anthropologique générale. Pour les diverses raisons qui apparaissent dès à présent (importance des accidents et affections cutanées, données biométriques lacunaires sur les caractéristiques de la main), nous avons effectué cette première étude limitée à deux groupes professionnels.

2. Analyse bibliographique

Les études anthropométriques de la main sont relativement rares et ne sont guère exhaustives. En effet, souvent de très petits échantillons sont utilisés et leur représentativité est limitée à de petits groupes sélectionnés. Certaines études sont axées sur le développement de la main pendant la croissance (MATZDORFF 1967, LEGAY et HEIZMANN 1972, WEISS 1971, CUENOD 1964) : elles permettent de mettre en évidence les différences sexuelles au cours de l'enfance et de l'adolescence. Elles ont le mérite de faire apparaître les dissymétries de croissance entre les doigts et les métacarpiens (LEGAY et HEIZMANN 1972). Ces auteurs notent l'arrêt de croissance plus précoce (vers 18 ans) chez la femme (1 an avant l'homme) ainsi que l'arrêt de développement en largeur qui précède l'arrêt de développement en longueur. Ils font apparaître le dimorphisme sexuel dans ses aspects chronologiques et quantitatifs.

Outre les ouvrages traitant de méthodologie générale (VALLOIS, MARTIN et SALLER, HUISE, TWIESSELMANN, OLIVIER, VANDERVAEL) quelques publications développent des méthodologies particulières à l'étude des mains (KAPMAN, CALBERG, COBLENTZ, GOEMINNE, LEGAY). Les auteurs européens ont tendance à se référer davantage aux mensurations anthropométriques squelettiques, notamment par la radiographie de la main, alors que les auteurs américains ajoutent à ces mesures classiques, de nombreuses mesures fonctionnelles de la main, c'est-à-dire dans diverses positions opérationnelles. Les recherches américaines (GARRETT, DANIELS et HERTZBERG, BARNES et MUNDEL, HASKELL, CHURCHILL *et al.*) sont pour la plupart destinées à répondre à des problèmes ergonomiques particuliers (gants de pilotage, manipulation d'outillage dans des circonstances difficiles, etc.). De ce fait, rares sont les mesures standardisées et les résultats produits par ces recherches, bien que très intéressants sur le plan de la réussite isolée, ne sont pas statistiquement comparables à d'autres.

Une des difficultés majeures qui ressort de l'ensemble des études faites, réside dans l'absence de détermination de repères fixes à la partie proximale de la main. Les uns prennent pour base la ligne joignant les apophyses styloïdes des radius et cubitus (stylion), d'autres les points supracarpale radiale et ulnaire, d'autres encore (HASKELL, notamment) définissent comme ligne de base de référence, une droite horizontale passant par l'extrémité inférieure du trapèze et du semi-lunaire, et prennent les mesures le long de lignes perpendiculaires à cette droite. Les autres points de référence sont les plis cutanés. Aussi intéressantes qu'elles soient, et répondant parfaitement aux objectifs de l'auteur (fournir des gants aux aviateurs, ...), elles ont toutefois comme inconvénient de ne pas se référer aux autres segments du corps. Ainsi l'évaluation de la représentativité de l'échantillonnage n'est-elle pas possible. En outre le fait que les méthodes de mesure ne soient pas standardisées, les rendent difficilement comparables aux mesures classiques. GOEMINNE (1965) expose une méthodologie clinique et radiologique de l'examen anthropométrique de la main ; il définit clairement les repères osseux utilisés et cite des résultats obtenus par divers auteurs et les compare (L. MARTIN 1962, CLIQUET 1963, MARTIN-SALLER 1959). De nombreux indices sont calculés : indices de dimensions relatives des différentes parties de la main, rapports entre certaines mesures de la main (longueur, largeur) et la stature ou la longueur de l'avant-bras.

COBLENTZ (1968) a publié une recherche semi-longitudinale concernant la croissance et la morphologie comparée de la main d'apprentis en travaux manuels de 15 à 18 ans et des lycéens parisiens, donc de deux groupes de milieux socio-économiques et socio-culturels différents. Dans cette étude, COBLENTZ recherche le nombre minimal de facteurs (caractères) à retenir pour différencier deux populations : sur les 50 caractères analysés, il en retient huit.

Enfin, LEGAY et HEIZMANN (1968) publient les résultats concernant 166 hommes et 185 femmes d'environ 20 ans, et en déduisent qu'il y a symétrie quant à la longueur de la main, par contre, on note une dissymétrie gauche-droite pour tous les autres caractères ; elle est maximale pour les doigts 4-2. On remarque une différence entre hommes et femmes : la main de la femme est plus petite, plus courte que celle de l'homme mais proportionnellement, son troisième doigt est relativement plus long.

3. L'échantillon

Prélever un échantillon d'une centaine d'individus, au hasard, parmi les membres d'une population, est pratiquement très difficile à réaliser. Cependant, comme nous disposons déjà des mesures anthropométriques générales de la population belge adulte mâle dans son ensemble (SPORCQ 1969), il nous était possible, en les comparant aux mêmes mesures anthropologiques chez une centaine de travailleurs (dont les mains seront étudiées) de l'industrie de la région

bruxelloise, d'évaluer la position de ces cent sujets par rapport à la population belge. Les différences entre les moyennes obtenues pour chacune de ces mesures chez les cent sujets et celles de la population à l'exception de la stature, du poids, et du périmètre de la cuisse, testées par la méthode du t de Student, ne sont pas significatives. Les mesures particulières aux mains peuvent, elles, être influencées, par exemple, par la profession des groupes étudiés.

TABLEAU 1

	Echantillon de conscrits belges			Echantillon de travailleurs			t (Student)
	Moy.	Ecart- type	Effectif	Moy.	Ecart- type	Effectif	
Age (ans)	20			39			
Stature	1724,4	60,69	2.191	1682,64	64,10	100	6,71 HS
Poids	659,4	87,2	2.183	684,79	81,84	100	2,85 HS
T. ép. il. antéro-sup.	971,4	51,18	2.191	979,40	90,62	100	1,46 NS
T. tibiale	449,3	24,41	2.168	452,56	26,44	100	1,29 NS
Long. membre sup. droit	758,8	32,84	2.187	754,97	36,11	100	1,13 NS
Longueur humérus droit	323,1	17,29	2.191	322,64	19,29	100	0,25 NS
Longueur radius droit	250,6	13,97	2.191	261,54	15,33	100	0,54 NS
Diamètre biacromial	390,9	19,81	2.192	385,79	21,69	100	2,50 NS
Diamètre bicrête	282,9	15,43	2.190	284,69	24,42	100	1,09 NS
Périmètre du bras droit fléchi	302,9	27,83	2.188	324,07	26,13	100	0,76 NS
Périmètre du bras droit étendu	278,9	25,86	2.187	288,22	22,34	100	3,54 NS
Périmètre de la cuisse droite	538,5	45,26	2.188	513,61	32,09	100	5,49 HS
Périmètre du mollet droit	350,7	25,47	2.186	347,41	25,00	100	1,26 NS
Longueur du pied droit	262,4	12,42	2.164	263,67	12,12	100	1,00 NS

4. Méthode

Cette recherche porte non seulement sur les mains mais aussi sur les segments et parties du corps humain qui sont habituellement mesurés dans les études anthropométriques classiques en vue de caractériser des populations.

Toutes les mesures ont été prises au moyen des instruments suivants : balance, toises, compas, pied à coulisse, pied à coulisse à vernier, mètre ruban et planche anthropométrique de fabrication Siber Hegner.

Les radiographies ont été prises au moyen d'un appareil Siemens «spherix» dont l'ampoule était placée à une distance de 90 cm du cliché sur lequel était appliquée la main, distance à partir de laquelle la correction de parallaxe est négligeable. Un moulage de chaque main a été pris : le négatif du moulage a été réalisé par la prise d'une empreinte globale en matière plastique (alginate) coulée autour de la main. Le positif du moulage a été réalisé en plâtre.

La fiche anthropométrique comprend les renseignements suivants :

a. des renseignements administratifs : numéro de l'individu, date de l'examen, nom, prénom, adresse, date de naissance, sexe, profession actuelle et ancienneté, profession(s) antérieure(s) et ancienneté, nationalité, latéralité (gaucher, droitier ou ambidextre).

b. vingt-cinq mesures générales, relevées selon les techniques décrites par MARTIN et SALLER (1959) et TWIESELMANN (1952) ; le poids est exprimé en hectogrammes et toutes les autres mesures en mm.

c. dix-huit mesures de la main (mesures 26 à 43) également exprimées en mm, soit :

26. Périmètre du poing droit : le poing est fermé, les quatre doigts refermés sur le pouce ; le périmètre est la ligne la plus courte qui joint les cinq articulations métacarpo-phalangiennes.
27. Périmètre du poing gauche
28. Diamètre radio-cubital droit
29. Diamètre radio-cubital gauche
30. Distance de la moitié de la ligne joignant les apophyses styloïdes du radius et du cubitus au dactylion III, à droite
31. idem, à gauche
32. Distance de l'olécrane au dactylion I, à droite
33. Distance de l'olécrane au dactylion II, à droite
34. Distance de l'olécrane au dactylion III, à droite
35. Distance de l'olécrane au dactylion IV, à droite
36. Distance de l'olécrane au dactylion V, à droite
37. Distance de l'olécrane au dactylion I, à gauche
38. Distance de l'olécrane au dactylion II, à gauche
39. Distance de l'olécrane au dactylion III, à gauche
40. Distance de l'olécrane au dactylion IV, à gauche
41. Distance de l'olécrane au dactylion V, à gauche
42. Diamètre de préhension pouce-médius à droite
43. Diamètre de préhension pouce-médius à gauche

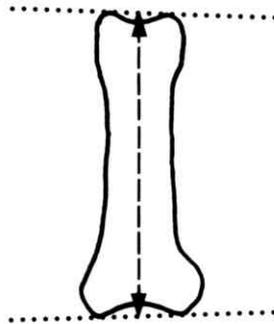


FIG. 1

d. trente-huit mesures prises sur la radiographie. Les mesures sont prises sur la ligne joignant les milieux des deux lignes tangentes aux pointes extrêmes des condyles articulaires proximal d'une part, distal de l'autre (Fig. 1). Elles sont exprimées en mm. Les mesures 44 à 62 se rapportent aux métacarpes et aux phalanges des doigts de la main gauche et les mesures 63 à 81, à ceux de la main droite.

5. Résultats

Les résultats sont repris sous forme de tableaux donnant les moyennes, les écarts-type et les coefficients de variation des différentes mesures pour un échantillon de travailleurs de l'industrie automobile (N = 98) et un échantillon de travailleurs de la construction (cimentiers, N = 64). Dans le tableau 2 figurent les mesures corporelles et, dans le tableau 3, les mesures relevées sur les radiographies des mains.

A titre de comparaison avec les résultats d'autres enquêtes, il est intéressant de relever quelques tendances générales qui se manifestent au niveau des corrélations entre les mesures.

Parmi les 990 coefficients de corrélation calculés entre mesures prises sur le vivant, les plus élevés sont :

1. les longueurs des doigts d'une même main : de l'ordre de .90 (olécrane-dactylion) ;
2. les longueurs des doigts d'une main (olécrane-dactylion)/longueur de l'humérus correspondant : de l'ordre de .80 ; les longueurs de la main (dist. 1/2 bistylion-dactylion) par rapport aux longueurs de l'olécrane à l'extrémité des doigts : de l'ordre de .80 ;
3. périmètre du bras/périmètre de la cuisse, périmètre de l'avant-bras/périmètre du bras et en général, les périmètres entre eux : de l'ordre de .70 ;
4. longueur du pied/hauteur : .673 ; longueur du pied/longueur des membres supérieurs : de l'ordre de .60 ;
5. diamètre radio-cubital/longueur du membre supérieur : de l'ordre de .50.

Quant aux coefficients de corrélation entre mesures prises sur les radiographies, ils varient entre .044 et .93. Notons par exemple que le coefficient de corrélation entre :

1. la 1^{re} phalange du 3^e doigt de la main gauche et la 1^{re} phalange du 3^e doigt de la main droite est de : .87 ;
2. la 2^e phalange du 3^e doigt de la main gauche et la 2^e phalange du 3^e doigt de la main droite est de : .68 ;
3. la 3^e phalange du 3^e doigt de la main gauche et la 3^e phalange du 3^e doigt de la main droite est de : .61 .

TABLEAU 2

Variables	Travailleurs de l'industrie de l'automobile N = 98			Travailleurs de l'industrie de la construction (cimentiers) N = 64		
	Moyenne	Ecart- type	Coeff. variat.	Moyenne	Ecart- type	Coeff. variat.
Age	38.1	9.71	25.5	40.53	11.59	28.59
1 Poids	690.22	82.48	11.95	712.94	83.18	11.67
2 Stature	1683.72	64.15	3.81	1712.23	57.12	3.34
3 T. ép. il. ant.-sup.	966.57	89.41	9.25	968.08	45.93	4.74
4 T. tibiale	451.86	26.38	5.84	463.20	31.78	6.86
5 L. membre sup. dr.	753.10	35.99	4.78	764.06	35.65	4.67
6 Humérus droit	323.44	19.34	5.98	324.77	23.26	7.16
7 Radius droit	262.92	15.41	5.86	253.06	16.12	6.37
8 L. membre sup. g.	747.06	65.29	8.74	765.06	33.97	4.44
9 Humérus gauche	322.54	18.99	5.89	322.98	21.57	6.68
10 Radius gauche	258.05	13.78	5.34	253.59	16.34	6.44
11 D. biacromial	385.68	21.67	5.62	392.92	28.56	7.27
12 D. bicrète	283.84	24.35	8.58	282.16	16.87	5.98
13 D. bitrochanterien	322.62	16.61	5.15	324.69	16.02	4.93
14 D. thor. a.p.	209.84	20.77	9.90	215.72	20.65	9.57
15 P. bras fl. droit	323.27	26.05	8.06	325.92	26.40	8.10
16 P. bras ét. droit	288.42	22.35	7.75	286.97	21.11	7.36
17 P. avant-bras droit	274.18	20.40	7.44	279.42	13.14	4.70
18 P. bras fl. gauche	314.06	27.70	8.82	315.05	24.89	7.90
19 P. bras ét. gauche	285.43	23.72	8.31	286.80	22.58	7.87
20 P. av.-bras gauche	271.41	14.30	5.27	280.13	20.00	7.14
21 P. cuisse droite	517.77	32.36	6.25	520.97	52.94	10.16
22 P. mollet droit	349.63	25.17	7.20	350.50	33.54	9.57
23 P. cuisse gauche	509.95	35.08	6.88	507.45	35.64	7.02
24 P. mollet gauche	349.78	22.81	6.52	345.55	24.36	7.05
25 Long. pied droit	261.51	12.03	4.60	269.27	10.26	3.81
26 P. poing droit	297.76	15.13	5.08	300.25	18.43	6.14
27 P. poing gauche	291.40	13.73	4.71	298.06	17.22	5.78
28 D. rad. cub. droit	57.94	3.4	5.88	58.11	3.25	5.60
29 D. rad. cub. gauche	58.13	3.44	5.93	59.22	3.25	5.49
30 B. dact. III droit	191.14	9.00	4.71	186.00	9.27	4.98
31 B. dact. III gauche	192.12	9.39	4.89	186.80	9.01	4.82
32 Dist. ol. dact. I d.	402.50	25.71	6.39	409.95	33.91	8.27
33 Dist. ol. dact. II d.	465.97	27.45	5.89	474.34	23.21	4.89
34 Dist. ol. dact. III d.	476.57	22.78	4.78	483.45	21.92	4.53
35 Dist. ol. dact. IV d.	464.79	22.31	4.80	473.67	19.53	4.12
36 Dist. ol. dact. V d.	437.81	22.72	5.19	442.13	23.04	5.21
37 Dist. ol. dact. I g.	400.84	22.65	5.65	409.73	28.79	7.03
38 Dist. ol. dact. II g.	466.06	22.23	4.75	470.38	18.86	4.01
39 Dist. ol. dact. III g.	475.80	22.46	4.72	478.25	24.17	5.06
40 Dist. ol. dact. IV g.	463.56	21.88	4.72	469.45	21.49	4.58
41 Dist. ol. dact. V g.	434.05	24.35	5.61	440.67	20.45	4.64
42 Préhension main droite	48.64	3.04	6.26	47.38	3.36	7.09
43 Préhension main gauche	49.05	3.20	6.53	47.20	3.56	7.54

TABLEAU 3
 Résultats des mensurations faites sur les radiographies des mains

Variables	Travailleurs de l'industrie de l'automobile N = 98			Travailleurs de la construction (cimentiers) N = 64			
	Moyenne	Ecart- type	Coeff. variét.	Moyenne	Ecart- type	Coeff. variét.	
<i>Main gauche</i>							
44 Doigt 1 :	Métacarp.	48.29	3.12	6.46	50.06	2.99	5.97
45	2 ^e phal.	34.02	2.13	6.26	34.26	1.98	5.78
46	1 ^{re} phal.	24.23	1.59	6.57	24.35	1.44	5.91
47 Doigt 2 :	Métacarp.	71.35	4.08	5.72	73.14	3.84	5.25
48	3 ^e phal.	42.54	2.58	6.05	43.63	2.56	5.87
49	2 ^e phal.	24.43	1.83	7.47	25.04	1.99	7.95
50	1 ^{re} phal.	18.10	1.33	7.37	18.51	1.42	7.67
51 Doigt 3 :	Métacarp.	66.35	3.87	5.83	68.16	3.74	5.49
52	3 ^e phal.	46.70	2.69	5.76	48.53	2.41	4.97
53	2 ^e phal.	29.30	2.15	7.35	30.26	1.97	6.51
54	1 ^{re} phal.	19.00	1.39	7.31	19.43	1.43	7.37
55 Doigt 4 :	Métacarp.	59.26	3.66	6.18	61.59	3.42	5.56
56	3 ^e phal.	44.05	2.70	6.14	45.78	2.25	4.91
57	2 ^e phal.	27.88	1.89	6.77	28.92	2.31	8.00
58	1 ^{re} phal.	19.57	1.44	7.38	20.18	1.40	6.92
59 Doigt 5 :	Métacarp.	55.21	3.27	5.92	57.75	3.08	5.34
60	3 ^e phal.	35.04	2.23	6.35	36.77	1.91	5.21
61	2 ^e phal.	20.07	1.75	8.74	20.84	1.88	9.02
62	1 ^{re} phal.	17.71	1.27	7.19	18.04	1.50	8.29
<i>Main droite</i>							
63 Doigt 1 :	Métacarp.	48.08	3.05	6.35	49.63	3.04	6.13
64	2 ^e phal.	33.67	1.99	5.89	34.35	2.25	6.56
65	1 ^{re} phal.	24.33	2.21	9.08	24.43	1.60	6.56
66 Doigt 2 :	Métacarp.	71.58	4.13	5.76	73.43	3.74	5.10
67	3 ^e phal.	42.41	2.52	5.95	43.65	2.19	5.02
68	2 ^e phal.	24.48	1.76	7.19	25.39	1.80	7.09
69	1 ^{re} phal.	18.20	1.24	6.84	18.65	1.32	7.10
70 Doigt 2 :	Métacarp.	66.21	3.79	5.72	68.10	3.64	5.34
71	3 ^e phal.	46.52	2.85	6.13	48.39	2.55	5.26
72	2 ^e phal.	29.22	2.17	7.43	30.45	2.01	6.61
73	1 ^{re} phal.	19.33	1.48	7.67	19.77	1.29	6.53
74 Doigt 4 :	Métacarp.	59.55	3.70	6.21	61.59	3.45	5.61
75	3 ^e phal.	43.74	2.72	6.22	45.39	2.35	5.18
76	2 ^e phal.	28.07	1.96	6.99	29.18	2.08	7.11
77	1 ^{re} phal.	19.69	1.37	6.98	20.41	1.43	7.01
78 Doigt 5 :	Métacarp.	55.49	3.03	5.46	57.75	3.13	5.42
79	3 ^e phal.	34.97	2.44	6.98	36.33	1.85	5.10
80	2 ^e phal.	20.16	1.53	7.60	21.16	1.71	8.10
81	1 ^{re} phal.	17.85	1.29	7.22	18.41	1.53	8.29

4. le métacarpien de 3^e doigt de la main gauche et le métacarpien du 3^e doigt de la main droite est de : .92.

Il semble donc y avoir une décroissance de la valeur du coefficient de corrélation de la position proximale à la position distale. L'état actuel du dépouillement des données semble indiquer une analogie pour les autres doigts et métacarpiens.

6. Conclusions

Les mensurations anthropométriques de deux échantillons de travailleurs ont été collectées selon les techniques classiques : les résultats permettent d'établir des comparaisons avec les caractéristiques d'autres échantillons tirés de la population belge. En ce qui concerne les méthodes de mesure non habituelles, elles sont décrites et peuvent être reproduites facilement. Elles ont été choisies, non pas en fonction des particularités d'un poste de travail, mais en fonction même des caractéristiques morphologiques de la main. Il sera dès lors possible de comparer les présents résultats à toute autre étude qui serait faite sur cette base. Au point de vue pratique ergonomique, la connaissance de la dispersion des mensurations des différents segments de la main et des différences entre la main gauche et la main droite doit permettre un meilleur ajustement des moyens de protection. Un développement ultérieur de cette étude permettra d'établir les relations entre les mesures prises sur le vivant et celles prises sur les radiographies.

Au point de vue anthropologique, l'étude fournit des précisions sur les dimensions morphologiques de la main humaine de deux groupes de travailleurs.

BIBLIOGRAPHIE

- BARNES, R. M. and MUNDEL MARVIN, E.
 1938 Studies of handmotions and rythms appearing in factory work.
Bull., University of Iowa Studies in Engineering, **12** : 25 p.
 1938 *A study of hand motion used in small assembly work.*
 Iowa University, 12 p.
- BINKHORST, R. A. and CARLSOO, S.
 1962 The thumb-forefinger grip and shape of handles of certain instruments : an electromyographic study of the muscle load.
Ergonomics, **5** : 467-470.
- CALBERG, G.
 1971 Initiation à l'anatomie chirurgicale, la kinésiologie et la propédeutique de la main.
Acta orthopedica belgica, **37** : 1-116.
- CHURCHILL, E., KUBY, P. and DANIELS, G. S.
 1957 *Nomograph of the hand and its related dimensions.*
 Wright Air Development Center, WADC-TR-57-198, April 1957.AD-118-162.

CLAUSER-MC CONVILLE

- 1969 *Weight, volume and center of mass of segments of the human body.*
Wright-Patterson Air Force Base, Ohio USA, AMRL-TR-68-70, August 1969.
AD-710-622. N-70-29085.

CLIQUET, R. L.

- 1963 Bijdrage tot de kennis van het verband tussen de sociale status en een aantal anthropobiologische kenmerken.
Verh. Kon. Vlaamse Akad. Wet., **72**.

COBLENTZ, A.

- 1968 Les liaisons des caractères métriques de la main.
Bull. Mém. Soc. Anthrop. Paris, 12^e série **3** : 331-345.

CUENOD, Cl. L.

- 1964 Caractères métriques de la main chez l'enfant, en rapport avec les types mésoblatique et sous-mésoblatique.
Arch. suisses Anthrop. génér., **29** (1/2) : 1-64.

DANIELS, G. S. and HERTZBERG, H. T. E.

- 1952 Applied anthropometry of the hand.
Am. J. phys. Anthrop., **10** (2) : 209-215.

DELOISON, Y., COBLENTZ, A., PRUDENT, J., IGAZI, G.

- 1977 Evolution morphologique de la main au cours de l'apprentissage des travaux manuels.
Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue française, Nantes, 38 p.

GARRET, J. W.

- 1970 *Anthropometry of the Air Force females' hand.*
Wright-Patterson Air Force Base, Ohio USA, AMRL-TR-69-26, AD-710-202.
- 1970 *Anthropometry of the hands of male Air Force flight personnel.*
Wright-Patterson Air Force Base, Ohio USA, AMRL-TR-60-42, AD-709-883.
- 1971 *An introduction to relaxed hand anthropometry.*
Wright-Patterson Air Force Base, Ohio USA, AMRL-TR-67-217.
- 1971 The adult human hand : some anthropometric and biomechanical considerations.
Human Factors, **13** : 117-131.

GOEMINNE, L.

- 1965 Contribution à l'étude morphologique et génétique de la main humaine.
Biométrie-Praximétrie, **6** (3/4) : 125-142.

HERIG, F. et al.

- 1968 Measurements of the volar surface of the hand.
Z. Morph. Anthrop., **60** : 156-161.

HULSE, F. S.

- 1963 *The human species : an introduction to physical anthropology.*
New-York, Random House, 504 p.

KADANOFF et al.

- 1970 Upon the symmetry and asymmetry of the hand in Bulgarians.
Dokl. Bolg. Akad. Nauk, **23** : 237-240.

- KAPMAN, E. B.
 1965 *Functional and surgical anatomy of the hand.*
 Philadelphia, Montréal. J. B. Lippincott Cy, 2^e édit. 337 p.
- LEGAY, J. M. et HEIZMANN, A.
 1967 Dissymétries et liaison avec le sexe dans la longueur relative des doigts de la main chez l'homme (Différence annulaire-index)
C.R. Acad. Sci., Paris, **265** : 1199-1201.
 1968 Contribution à l'étude biométrique et génétique de la main chez l'homme et en particulier de la différence annulaire-index.
Biom. hum., **3** (3/4) : 140-155.
 1972 De l'évolution de quelques caractères de la main chez l'homme pendant sa croissance.
C.R. Acad. Sci., Paris, **D 275** : 2355-2358.
- MARTIN, L.
 1962 *Etude socio-biométrique de la population scolaire d'Uccle.*
 Bruxelles, Editions de l'Institut de Sociologie, tome 2.
- MARTIN, R. et SALLER, K.
 1959 *Lehrbuch der Anthropologie.*
 Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.
- MATZDORFF, I.
 1967 Metrische und allometrische Wachstumsuntersuchungen an der menschlichen Hand.
Z. Morph. Anthrop., **59** : 158-184.
 1968a Anthropometric problems in industry : finger span, internal circumference of different contactsgrasps and their grip diameter.
Int. Z. angew. Physiol., **25** : 151-61.
 1968b Zur Anthropometrie der Hand. Ein Beitrag unser sozialbiologischen Gesichtspunkt.
Z. Morph. Anthrop., **60** : 53-74.
- OLIVIER, G.
 1960 *Pratique anthropologique.*
 Paris, Vigot, 299 p.
- PARDON, N.
 1974 La main et le travail.
Ann. Kinésithér., **1** (6) : 263-268.
- PHELPS, V. R.
 1952 Relative index finger length as a sex-influenced trait in man.
Am. J. hum. Genet., **14** : 72-79.
- SPORCQ, J.
 1969 L'anthropologie des miliciens belges en 1963.
Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belgique, **45** (32) : 42 p.
- SWANSON, A. B. et al.
 1970 The strength of the hand.
Bull. Prosthet. Res., **10** : 145-153.

TWIESELMANN, F.

1952 Aide-mémoire d'anthropométrie.

Mém. Inst. roy. colonial belge, Sect. Sc. pol. mor., **25** (4) : 61 p.

VALLOIS, H.

1948 Techniques anthropométriques.

La Semaine des Hôpitaux de Paris, **24** (13) : 374-383.

VANDERVAEL, F.

1964 *Biométrie humaine*.

Liège, Desoer, 165 p.

VICINUS, H. J.

1962 *X-ray anthropometry of the hand*.

Wright-Patterson Air Force Base, Ohio USA, AMRL-TDR-62-111.

VYHNANEK, L. *et al.*

1969 Die Karpalwinkel und die Hultén-Varianten.

Z. Morph. Anthrop., **61** : 272-278.

WARING, W. W. *et al.*

1971 Quantitation of digital clubbing children. Measurements of casts of the index.

Am. Rev. respir. Dis., **104** : 166-174.

WEISS, M. W. *et al.*

1971 A pilot study of 198 normal children pinch strength and hand size in the growing hand.

Am. J. occup. Ther., **25** (10-2) : 21-27.

WOLFF C.

1952 *La main humaine*.

Paris, P.U.F., Bibliothèque Scientifique Internat., 58 p.

Adresse de l'auteur : J. SPORCQ

Zwaluwenlaan, 41

B-1650 Beersel.