

# VARIATIONS DE LA CAPACITÉ VITALE DU POUMON PRODUITES PAR LA POSITION DU CORPS ET PAR L'ÂGE

AVEC TABLEAUX DES DIMENSIONS PHYSIQUES DE BASE DES SPORTIFS ADULTES

MIROSLAV PROKOPEC

## INTRODUCTION

Les diverses positions que le corps humain prend pendant le travail influent considérablement sur la forme et la fonction du thorax. Il est donc souhaitable que son rendement normal et par là même la faculté de l'homme de bien respirer subissent le minimum d'action défavorable pendant le travail, qu'une mauvaise respiration n'abaisse pas la puissance de travail du travailleur et que celui-ci ne souffre pas de préjudice à sa santé. Si la durée d'une mauvaise position est trop longue, la forme normale du thorax subit des changements et, par conséquent, les organes qui s'y trouvent sont considérablement freinés dans leur fonctionnement, surtout le poumon, ce qui empêche finalement une respiration profonde. Ce changement de fonction du poumon, provoqué par celui de la conformation du thorax, prend une grande importance notamment chez les travailleurs jeunes.

Dans l'évaluation du travail utile du poumon, une grande importance est attribuée à la capacité pulmonaire ou capacité vitale (CV). La CV n'est pas la quantité normale d'air aspiré par le poumon; c'est la quantité maximum d'air que l'homme puisse expirer après l'aspiration la plus forte et qui, par conséquent, marque relativement bien les possibilités respiratoires et l'élasticité du thorax. Nous avons choisi la mesure de la capacité pulmonaire pour établir, parmi les positions prises par le corps, la quelle est la plus avantageuse à une bonne respiration, donc au meilleur rendement de travail. Notre première mesure a été effectuée chez les femmes qui travaillent en adoptant la position courbée. Dans leur position de travail (position assise à la machine, la tête et les épaules penchées en avant), la CV était, par rapport à la position debout, dans un rapport de 2668 à 2861. Elle se trouvait donc diminuée de 6,7 p. 100 en moyenne.

Ensuite, nous avons établi la CV chez plus de 600 hommes et femmes en station verticale, puis couchés sur le dos, et enfin penchés profondément en avant. Nous avons enregistré l'âge, le poids et la hauteur du corps, ainsi que certaines mesures du thorax. Les valeurs acquises ont mis en évidence comment la CV varie en fonction de la position du corps et de l'âge, et ont permis de faire des conclusions concernant le périmètre thoracique et l'amplitude de la respiration, ainsi que la largeur, la profondeur et l'indice thoraciques.

Il s'est avéré que les conditions de travail sont d'autant plus favorables au travailleur et à son rendement que la position du thorax est plus proche

de la position normale, c'est-à-dire de la position redressée de la tête et de la position droite de la moitié supérieure du corps.

Nos mesures ont été effectuées sur des gymnastes de l'organisation sportive des Sokols et sur des instructeurs-entraîneurs d'éducation physique (professeurs, instituteurs et étudiants en éducation physique). Plusieurs dimensions du corps indiquées dans le texte et dans les tableaux synoptiques caractérisent donc nos sportifs et nos sportives moyens en 1949, date où les mesures ont été faites. Vu l'importance numérique du groupe examiné, on peut considérer les valeurs moyennes d'ensemble, éventuellement même celles du II<sup>ème</sup> groupe, qui est le plus grand en nombre, comme étant suffisamment sûres.

## A PROPOS DE LA LITTÉRATURE PORTANT SUR LA CV

En 1925, J. Myers écrivait dans son travail „Capacité vitale du poumon“: „Comme on sait, ce sont la aille, le poids et la surface du corps, le sexe, la position adoptée par le corps et l'état de santé qui influent sur la capacité vitale.“ Ainsi, il a donné presque tous les facteurs essentiels auxquels la capacité vitale est liée. Les travaux de ses prédécesseurs et de ses contemporains l'ont prouvé et les travaux ultérieurs de nombreux physiologistes l'ont confirmé (ceux de J. Hutchinson en 1846, de M. A. Wintrich en 1884, de E. Lundsgaard, de C. M. Jackson, de J. S. Dwyer, de J. H. Arnett et d'autres; quant aux auteurs tchécoslovaques, citons au moins J. Matiegka, J. Malý, J. Netušil et L. Lukášová). Ils ont mis la CV en relation avec diverses dimensions du corps, calculé des indices et établi des corrélations. En général, on tient pour acquis le fait qu'avec l'âge les rapports entre les dimensions du corps et la CV empirent. D'autre part la pression atmosphérique et les droques agissant sur la respiration (V. Ráclavský) influent aussi sur la CV.

L'un des facteurs importants auxquels la variation de la CV du poumon est sujette est l'occupation; son augmentation est aussi favorisée par des exercices du corps pratiqués régulièrement. Les efforts musculaires qui nécessitent une dépense accrue d'oxygène font augmenter les mouvements de la respiration, tandis que le mode de vie sédentaire demande des efforts moins grands à l'appareil respiratoire. Cela a pour conséquence une mobilité moins grande du thorax et un développement plus faible des muscles du système respiratoire. C'est la raison pour laquelle chez les travailleurs manuels et chez les sportifs,

ainsi que chez les musiciens jouant d'un instrument à vent, la CV est plus importante que chez les personnes à mode de vie sédentaire (B. Löwy, J. H. Arnett).

La littérature traitant de la CV est très étendue. Toutefois, il n'y a que très peu d'auteurs qui se sont intéressés à la variation de la CV par rapport à la position du corps. (Au moment de la mise sous presse du présent travail, nous apprenons qu'A. Vodička a examiné la CV dans diverses positions du corps chez la jeunesse scolaire.) G. Liljestrand et G. Wollin (1913) ont étudié le problème de la respiration dans diverses positions du corps en enregistrant le volume-minute. J. M. Rabinowitch (1923) a effectué la mesure de la CV chez 50 sujets sains des deux sexes dans les positions debout et couchée (la moitié supérieure du corps se trouvant appuyée sous un angle de 30 degrés). Chez cinq personnes, la CV était identique dans les deux positions. Chez les autres, il a constaté une diminution de 20 à 600 cmc (de 7,5 p. 100 en moyenne). F. A. Hitchcock et J. K. Ferguson (1938) ont constaté chez six personnes une diminution moyenne de la CV dans la position couchée (le dos étant appuyé) dans un rapport de 4640 à 4443. Ch. D. Christie et A. J. Beams (1922) ont établi la capacité normale du poumon dans les positions assise et couchée chez un nombre assez élevé d'hommes et de femmes et ont constaté une diminution de 5,5 p. 100 dans la position assise.

Plusieurs auteurs ont essayé de trouver la cause des variations de la CV au cours des changements de la position du corps. Ainsi J. Brantlech dit que la CV est un critère indirect des variations de la quantité de sang contenu dans le poumon. Si l'écoulement du sang veineux des extrémités du corps se trouve contrarié, une augmentation de la CV se produit. A la suite d'un prélèvement de 500 à 1000 cmc de sang, la CV augmente sensiblement et le sujet a la sensation d'une respiration plus aisée et plus profonde, ce qui est dû à la diminution de sang dans le poumon (L. Drastich). En enroulant des manchettes pneumatiques autour des bras et des cuisses et en les réglant à la pression diastolique, A. B. Morgan et W. F. Hamilton ont fait la constatation que la réduction de la CV, produite par la position, se trouvait presque nulle. Par ce procédé, P. Dow (1939) a examiné plus de quarante sujets. Il a enregistré les écarts de la CV dans les positions assise et debout, et ensuite il a refait les expériences après avoir gonflé les manchettes pneumatiques à 70 mm de mercure. Après avoir ainsi empêché l'écoulement du sang des extrémités du corps, il a constaté que la différence diminuait de presque la moitié. J. L. Livingstone (1928) a suivi la position du diaphragme dans le corps par voie radioscopique et a fait la constatation que c'était dans la position debout qu'il atteignait le point le plus bas, et qu'il remontait vers le haut dans la position couchée. W. A. Wilson a constaté chez des sujets normaux que le volume d'air de réserve variait en fonction de la position du corps. Dans la position debout, il a enregistré plus d'air de réserve que dans la position

couchée, ce qui confirme les constatations de J. L. Livingstone.

#### MÉTHODES DES MESURES ET DE LEUR EXPLOITATION

La mesure de la CV a été effectuée par spiromètre à eau, celle du périmètre thoracique par ruban métrique; chez les hommes à la hauteur mamillaire, chez les femmes à la hauteur du milieu du sternum par devant, et juste sous l'angle inférieur des omoplates par derrière. La mesure du périmètre thoracique a été faite au moment de l'inspiration maximum et après l'achèvement de l'expiration, et cela dans la position normale. La largeur et la profondeur du thorax ont été mesurées au moyen du thoracomètre d'A. Hrdlička; les bras de cet instrument de mesure étaient appuyés alors sur la 7<sup>ème</sup> ou la 8<sup>ème</sup> côte latéralement, sur le milieu du sternum en avant et immédiatement sous les omoplates en arrière. L'indice thoracique, c'est-à-dire le rapport entre la profondeur du thorax (diamètre sagittal) et sa largeur (diamètre transversal), a été calculé selon la formule suivante:

$$\frac{\text{largeur du thorax} \times 100}{\text{profondeur du thorax}}$$

La hauteur du corps a été mesurée sans chaussure, le poids a été établi en costume de gymnastique strictement nécessaire. Les positions dans lesquelles la mesure de la CV s'effectuait (voir aussi les figures) étaient les suivantes:

- 1° Station droite.
- 2° Couché sur le dos et sur une couchette dure, jambes parallèles, tête à égale hauteur avec le tronc, le bras gauche posé parallèlement au corps; de la main droite, le sujet examiné maintenait le tube du spiromètre.
- 3° Flexion du tronc en avant avec un léger écartement des jambes, dos horizontal.

Après avoir accompli plusieurs mesures successives de la CV, nous avons enregistré la meilleure performance réalisée. En soustrayant les valeurs obtenues dans la position couchée et dans celle de la flexion du tronc en avant de la valeur de la CV enregistrée dans la position debout, nous avons établi la diminution en cmc. Tous les sujets examinés ont effectué leurs essais dans les mêmes conditions, compte non tenu de l'influence des écarts de la pression atmosphérique. Des valeurs obtenues nous avons pris les moyennes arithmétiques d'ensemble (il s'agissait toujours de personnes adultes) ainsi que celles des groupes isolés, nous avons élaboré des tableaux de fréquence et calculé l'écart-type de la moyenne ( $\sigma$ ) et la soi-disant erreur moyenne (m). Pour les tableaux correspondants et le procédé de calcul voir: M. Prokopec, J. Suchý, S. Tittlbachová: Antropologické praktikum (Pratique d'Anthropologie), 2<sup>e</sup> édition, Editions d'Etat de pédagogie, 1965. On a enregistré les valeurs minima et maxima qui donnent l'étendue du champ de variations. On a mis en oeuvre les résultats des mesures effectuées sur 305 femmes et 300 hommes. L'en-

semble des matériaux obtenus a été classé en trois groupes selon le critère de l'âge: le premier comprenait les sujets au-dessous de 20 ans, le deuxième ceux de 20 à 40 ans et le troisième ceux de plus de 40 ans, les deux sexes séparément.

La moitié des sujets mesurés était constituée d'instructeurs-entraîneurs d'éducation physique (48,7 p. 100 de femmes et 52,4 p. 100 d'hommes), le reste étant des gymnastes Sokols et Sokolettes.

#### A g e

HOMMES: L'âge moyen de tous les hommes mesurés est de 30 ans et 5 mois. Dans le 1<sup>er</sup> groupe (sujets au-dessous de 20 ans), l'âge moyen est de 18 ans et 2 mois (garçons de 18 et de 19 ans). Dans le 2<sup>e</sup> groupe (sujets de 20 à 40 ans), l'âge moyen est de 28 ans et 3 mois, et dans le 3<sup>e</sup> groupe (sujets au-dessus de 40 ans), il était de 45 ans et 3 mois.

FEMMES: L'âge moyen de toutes les femmes mesurées est de 30 ans et 8 mois. Dans le 1<sup>er</sup> groupe, l'âge moyen est de 18 ans et 8 mois, dans le 2<sup>e</sup> groupe il est de 26 ans et 5 mois et, dans le 3<sup>e</sup> groupe, il est de 47 ans.

### RESULTATS DES MENSURATIONS

#### P o i d s

HOMMES: Le poids moyen de la totalité des hommes est de  $71,0 \pm 0,49$  kg. Le poids moyen des hommes du 1<sup>er</sup> groupe est de  $67,2 \pm 1,66$  kg, celui du 2<sup>e</sup> groupe est de  $71,1 \pm 0,53$  kg et celui du 3<sup>e</sup> groupe est de  $72,9 \pm 1,1$  kg. Le bond le plus important, celui de 4 kg, est à remarquer entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> groupe: une autre augmentation de presque 2 kg a lieu dans le 3<sup>e</sup> groupe.

FEMMES: Le poids moyen de la totalité des femmes est de  $62,5 \pm 0,41$  kg. La différence de poids entre le 1<sup>er</sup> groupe ( $61,2 \pm 1,12$  kg) et le 2<sup>e</sup> groupe ( $62,3 \pm 0,46$  kg) ne dépasse que légèrement 1 kg. La différence entre le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> groupe, où nous avons constaté un poids moyen de  $64,5 \pm 1,14$  kg, est légèrement supérieure à celle constatée chez les hommes (elle s'élève à 2,2 kg).

#### T e i l l e

HOMMES: La taille moyenne de la totalité des hommes est de  $173,4 \pm 0,35$  cm; dans le 1<sup>er</sup> groupe, elle est de  $171,3 \pm 1,07$  cm, dans le 2<sup>e</sup> groupe elle est de  $174,2 \pm 0,40$  cm, et dans le 3<sup>e</sup> groupe de  $171,3 \pm 0,73$  cm.

FEMMES: La taille moyenne d'ensemble est de  $162,2 \pm 0,34$  cm; dans le 1<sup>er</sup> groupe, elle est de  $163,04 \pm 1,24$  cm, dans le 2<sup>e</sup> grou-

pe de  $162,13 \pm 0,38$  cm, et dans le 3<sup>e</sup> elle est de  $158,20 \pm 0,89$  cm.

Il est intéressant de constater qu'avec l'âge, dans notre ensemble, la taille diminue, tandis que le poids augmente.

#### P é r i m è t r e t h o r a c i q u e

HOMMES: Dans la position normale, la moyenne d'ensemble du périmètre thoracique est de  $91,3 \pm 0,33$  cm; dans le 1<sup>er</sup> groupe et dans la même position, la moyenne du périmètre thoracique est de  $88,1 \pm 1,05$  cm, dans le 2<sup>e</sup> groupe elle est de  $91,0 \pm 0,37$  cm, et dans le 3<sup>e</sup> groupe elle est de  $94,0 \pm 0,78$  cm.

Le périmètre thoracique augmente donc avec l'âge; la différence entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>e</sup> groupe fait presque 6 cm. Chez les sujets plus âgés, la position d'expiration approche de la position normale, ce qui est dû au fait que les cartilages ont perdu leur élasticité. L'augmentation du périmètre thoracique dans le 3<sup>e</sup> groupe peut en partie être expliqué aussi par l'épaisseur croissante du ligament sous-cutané.

FEMMES: La moyenne du périmètre thoracique méso-sternal de l'ensemble des femmes mesurées est de  $87,4 \pm 0,28$  cm. Dans le 1<sup>er</sup> groupe, elle est de  $85,1 \pm 0,79$ , dans le 2<sup>e</sup> groupe de  $85,7 \pm 0,29$  cm, et de  $88,8 \pm 0,74$  dans le 3<sup>e</sup> groupe. Ici encore, on peut constater une augmentation du périmètre thoracique au cours de la vie. Dans le 2<sup>e</sup> groupe, cette augmentation n'est pas si marquée chez les femmes que chez les hommes (presque 3 cm chez les hommes, 6 mm seulement chez les femmes), ce qui, à l'évidence, est en relation avec la maturité plus avancée des femmes. Cependant, entre le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> groupe, l'augmentation est approximativement la même chez les hommes ainsi que chez les femmes (environ 3 cm).

#### A m p l i t u d e d u p é r i m è t r e t h o r a c i q u e

En mesurant le périmètre thoracique au moment de l'inspiration maximum, on peut arriver à une valeur plus grande si les adducteurs des extrémités supérieures se trouvent tendus. C'est pourquoi nous avons essayé d'éviter la mesure de l'inspiration maximum si les muscles étaient tendus. Cependant, en effectuant la mesure du périmètre thoracique après l'expiration, nous favorisons l'effort des sujets examinés pour atteindre le moindre périmètre possible par relâchement de tous les muscles du thorax et par déplacement des épaules en avant et en haut.

HOMMES: L'amplitude moyenne du périmètre thoracique de l'ensemble des hommes mesurés est de  $9,0 \pm 0,14$  cm. Dans le 1<sup>er</sup>

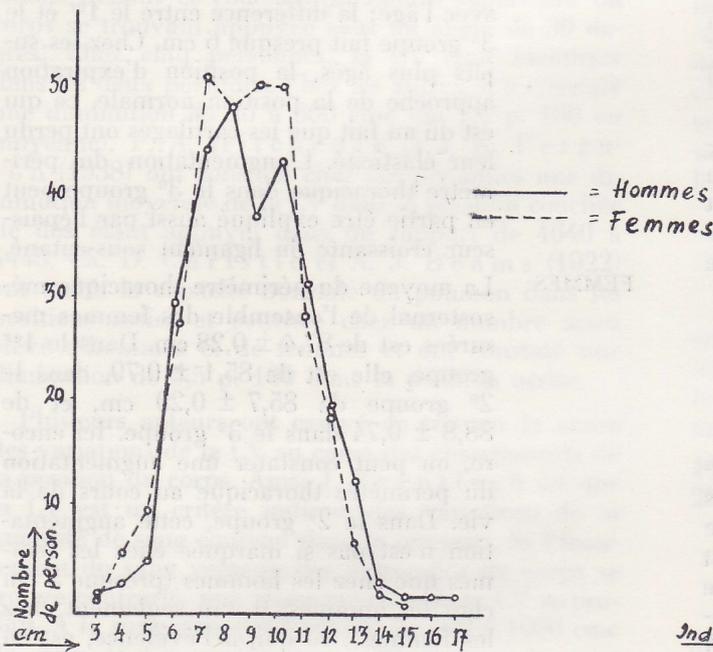
groupe, la moyenne est de  $8,3 \pm 0,38$  cm, dans le 2<sup>e</sup> groupe elle est de  $9,2 \pm 0,15$ , et dans le 3<sup>e</sup> groupe de  $8,4 \pm 0,39$  cm.

FEMMES: La moyenne de l'ensemble des femmes est de  $8,7 \pm 0,12$  cm; dans le 1<sup>er</sup> groupe, elle est de  $9,1 \pm 0,34$  cm, dans le 2<sup>e</sup> groupe elle fait  $8,8 \pm 0,13$  cm, et dans le 3<sup>e</sup> groupe  $7,5 \pm 0,33$  cm.

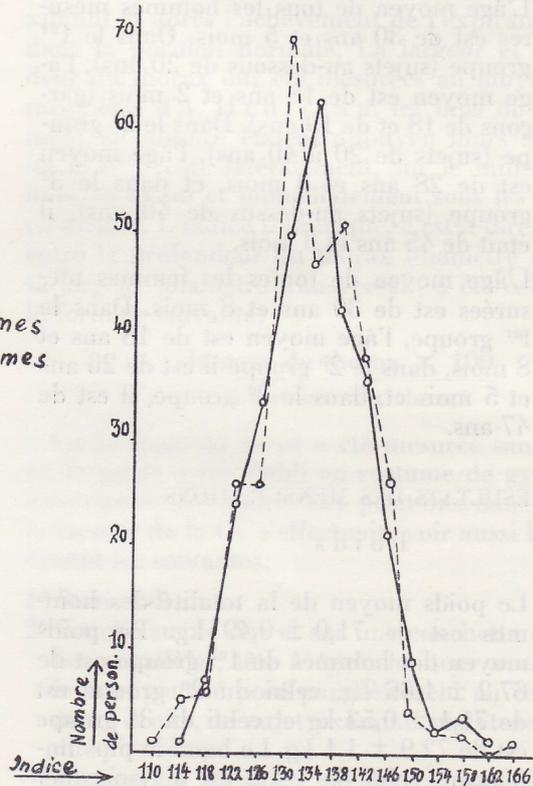
ment petites; C'est avec l'âge que les deux dimensions augmentent un peu.

HOMMES: La profondeur moyenne du thorax de l'ensemble des hommes examinés fait  $21,7 \pm 0,09$  cm et sa largeur moyenne  $29,2 \pm 0,10$  cm. Dans le 1<sup>er</sup> groupe, la profondeur moyenne du thorax est de  $21,2 \pm 0,23$  cm, la largeur moyenne est

### Amplitude thoracique des homes et des femmes



### Indice thoracique des homes et des femmes



GRAPHIQUE 1.

L'amplitude la plus importante a été constatée dans le groupe d'âge moyen chez les hommes, et dans le groupe des plus jeunes chez les femmes. L'amplitude thoracique diminue avec l'âge. Il est intéressant de constater que, chez les hommes ainsi que chez les femmes mesurés par nous, la moyenne de l'amplitude est presque la même (9 cm chez les hommes 8,7 cm chez les femmes). Cela confirme la respiration principalement costale attribuée aux femmes et la respiration abdominale attribuée aux hommes; autrement, chez les femmes, vu leur périmètre thoracique plus petit en valeur absolue et leur capacité vitale également plus petite, ce taux devrait être moins grand.

### Profondeur et largeur du thorax

A l'époque de la maturité, la profondeur et la largeur du thorax présentent des variations relative-

de  $28,7 \pm 0,38$  cm. Dans le 2<sup>e</sup> groupe, la profondeur moyenne est de  $21,8 \pm 0,10$  cm, la largeur moyenne est de  $21,1 \pm 0,11$  cm. Dans le 3<sup>e</sup> groupe, la profondeur moyenne fait  $22,5 \pm 0,19$  cm et la largeur moyenne  $29,7 \pm 0,22$  cm.

FEMMES: La profondeur moyenne du thorax de l'ensemble des femmes est de  $20,1 \pm 0,08$  cm, la largeur moyenne est de  $26,6 \pm 0,08$  cm. Dans le 1<sup>er</sup> groupe: profondeur moyenne  $19,4 \pm 0,23$  cm, largeur moyenne  $26,2 \pm 0,26$ ; dans le 2<sup>e</sup> groupe: profondeur moyenne  $20,0 \pm 0,08$  cm, largeur moyenne  $26,5 \pm 0,10$  cm; dans le 3<sup>e</sup> groupe: profondeur moyenne  $20,9 \pm 0,21$ , largeur moyenne  $27,4 \pm 0,24$  cm.

### Indice thoracique

Chez les hommes ainsi que chez les femmes, l'indice thoracique est numériquement identique. Dans le rapport entre la largeur et la profondeur du tho-

TAB. 1

HOMMES 1<sup>er</sup> groupe, moins de 20 ans  
Age moyen: 18 ans et 2 mois

|                                   | M     | ± m  | σ    | Min.  | Max.  | N  |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|----|
| Poids                             | 67,2  | 1,66 | 8,30 | 56    | 83    | 25 |
| Taille                            | 171,3 | 1,07 | 5,33 | 162   | 182   | 25 |
| Périmètre thoracique              | 88,1  | 1,05 | 5,23 | 80    | 102   | 25 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 8,3   | 0,38 | 1,88 | 5     | 12    | 24 |
| Profondeur du thorax              | 21,2  | 0,23 | 1,12 | 18,5  | 23    | 25 |
| Largeur du thorax                 | 28,7  | 0,38 | 1,91 | 26    | 34    | 25 |
| Indice thoracique                 | 135,8 | 1,91 | 9,54 | 122   | 158   | 25 |
| Capacité vitale                   | 4 376 | 131  | 656  | 2 600 | 5 600 | 25 |

FEMMES: 1<sup>er</sup> groupe, moins de 20 ans  
Age moyen: 18 ans et 8 mois

|                                   |       |      |      |       |       |    |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|----|
| Poids                             | 61,8  | 1,12 | 5,58 | 47    | 74    | 25 |
| Taille                            | 163,0 | 1,24 | 6,20 | 154   | 176   | 25 |
| Périmètre thoracique              | 85,1  | 0,79 | 3,93 | 74    | 94    | 25 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 9,1   | 0,34 | 1,72 | 6     | 12    | 25 |
| Profondeur du thorax              | 19,4  | 0,23 | 1,13 | 16,5  | 21    | 25 |
| Largeur du thorax                 | 26,2  | 0,26 | 1,32 | 23    | 30    | 25 |
| Indice thoracique                 | 136,2 | 1,55 | 7,76 | 118   | 146   | 25 |
| Capacité vitale                   | 3 280 | 65   | 325  | 2 800 | 4 000 | 25 |

Le poids est donné en kg, la capacité vitale en cmc; les autres mesures, à l'exception de l'indice thoracique, sont données en cm.

rax, le sexe ne compte donc pas. L'aplatissement de la cage thoracique est un caractère humain typique. Chez le fœtus, la profondeur du thorax est relativement grande et la largeur petite; avec l'âge, le thorax s'aplatit. A l'âge avancé, nous avons constaté un petit changement, également au profit du diamètre sagittal; ce fait est sans doute en connexion avec la dilatation permanente du thorax que nous avons déjà mentionnée.

HOMMES: Moyenne d'ensemble  $134,4 \pm 0,49$  cm; 1<sup>er</sup> groupe  $135,8 \pm 1,91$  cm; 2<sup>e</sup> groupe  $134,7 \pm 0,57$  cm; 3<sup>e</sup> groupe  $133,4 \pm 0,86$  cm.

FEMMES: Moyenne d'ensemble  $134,1 \pm 0,51$  cm; 1<sup>er</sup> groupe  $136,2 \pm 1,55$  cm; 2<sup>e</sup> groupe  $134,1 \pm 0,55$  cm; 3<sup>e</sup> groupe  $132,2 \pm 1,10$  cm.

### Capacité vitale

HOMMES: La moyenne de la capacité vitale de l'ensemble des hommes examinés est de  $4485 \pm 38$  cmc. Dans le 1<sup>er</sup> groupe, la moyenne fait  $4376 \pm 131$  cmc, dans le 2<sup>e</sup> groupe  $4646 \pm 38$  cmc, et dans le 3<sup>e</sup> groupe  $3931 \pm 90$  cmc.

TAB. 2

HOMMES: 2<sup>e</sup> groupe, 20 à 40 ans  
Age moyen: 28 ans et 3 mois

|                                   | M     | ± m  | σ    | Min.  | Max.  | N   |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-----|
| Poids                             | 71,1  | 0,53 | 7,75 | 53    | 92    | 217 |
| Taille                            | 174,2 | 0,40 | 5,92 | 158   | 190   | 217 |
| Périmètre thoracique              | 91,0  | 0,37 | 5,36 | 80    | 106   | 211 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 9,2   | 0,15 | 2,23 | 4     | 17    | 211 |
| Profondeur du thorax              | 21,8  | 0,10 | 1,46 | 18,5  | 26    | 212 |
| Largeur du thorax                 | 29,1  | 0,11 | 1,61 | 25    | 35    | 212 |
| Indice thoracique                 | 134,7 | 0,57 | 8,25 | 118   | 158   | 212 |
| Capacité vitale                   | 4 646 | 39   | 570  | 3 400 | 6 200 | 217 |

FEMMES: 2<sup>e</sup> groupe, 20 à 40 ans  
Age moyen: 26 ans et 5 mois

|                                   |       |      |      |       |       |     |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-----|
| Poids                             | 62,3  | 0,46 | 7,06 | 44    | 86    | 238 |
| Taille                            | 162,1 | 0,38 | 5,85 | 148   | 178   | 238 |
| Périmètre thoracique              | 85,7  | 0,29 | 4,57 | 74    | 98    | 239 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 8,8   | 0,13 | 2,06 | 4     | 15    | 239 |
| Profondeur du thorax              | 20,0  | 0,08 | 1,28 | 16,5  | 23    | 238 |
| Largeur du thorax                 | 26,5  | 0,10 | 1,49 | 22    | 32    | 238 |
| Indice thoracique                 | 134,1 | 0,55 | 8,42 | 110   | 166   | 238 |
| Capacité vitale                   | 3 281 | 30   | 470  | 2 000 | 4 400 | 239 |

Le poids est donné en kg, la capacité vitale en cmc; les autres mesures, à l'exception de l'indice thoracique, sont données en cm.

TAB. 3

HOMMES: 3<sup>e</sup> groupe, plus de 40 ans  
Age moyen: 45 ans et 3 mois

|                                   | M     | ±m   | σ    | Min.  | Max.  | N  |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|----|
| Poids                             | 73,0  | 1,12 | 8,44 | 56    | 95    | 57 |
| Taille                            | 171,3 | 0,73 | 5,50 | 158   | 182   | 57 |
| Périmètre thoracique              | 94,0  | 0,78 | 5,81 | 80    | 108   | 56 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 8,4   | 0,39 | 2,88 | 3     | 17    | 55 |
| Profondeur du thorax              | 22,5  | 0,19 | 1,47 | 19,5  | 26,5  | 58 |
| Largeur du thorax                 | 29,7  | 0,22 | 1,71 | 26    | 34    | 58 |
| Indice thoracique                 | 133,4 | 0,86 | 6,57 | 114   | 162   | 58 |
| Capacité vitale                   | 3 931 | 90   | 683  | 2 400 | 5 400 | 58 |

FEMMES: 3<sup>e</sup> groupe, plus de 40 ans  
Age moyen: 47 ans

|                                   |       |      |      |       |       |    |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|----|
| Poids                             | 64,5  | 1,14 | 7,32 | 50    | 83    | 41 |
| Taille                            | 158,2 | 0,89 | 5,69 | 150   | 170   | 41 |
| Périmètre thoracique              | 88,8  | 0,74 | 4,74 | 78    | 102   | 41 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 7,5   | 0,33 | 2,12 | 3     | 12    | 41 |
| Profondeur du thorax              | 20,9  | 0,21 | 1,33 | 17,5  | 23,5  | 41 |
| Largeur du thorax                 | 27,4  | 0,24 | 1,55 | 24    | 31    | 41 |
| Indice thoracique                 | 132,2 | 1,10 | 7,07 | 114   | 142   | 41 |
| Capacité vitale                   | 2 722 | 80   | 543  | 1 800 | 4 200 | 41 |

Le poids est donné en kg, la capacité vitale en cmc; les autres mesures, à l'exception de l'indice thoracique, sont données en cm.

FEMMES: La moyenne d'ensemble est de  $3199 \pm 29$  cmc. Dans le 1<sup>er</sup> groupe, la moyenne fait  $3280 \pm 65$  cmc, dans le 2<sup>e</sup> groupe  $3281 \pm 30$  cmc, et dans le 3<sup>e</sup> groupe  $2722 \pm 80$  cmc.

Chez les femmes, la CV se maintient à la même hauteur dans le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> groupe, tandis que chez les hommes, elle continue à augmenter après la 20<sup>e</sup> année; la différence entre le 1<sup>er</sup> et la 2<sup>e</sup> groupe y est de 270 cmc. A l'âge avancé, la CV diminue chez les hommes comme chez les

femmes. Ainsi, le 3<sup>e</sup> groupe présente, par rapport au 2<sup>e</sup> groupe, chez les hommes (différence d'âge de 17 ans) une diminution de 715 cmc, c'est-à-dire de 15,4 p. 100; chez les femmes (différence d'âge de 20 ans et 7 mois), cette diminution fait 559 cmc, c'est-à-dire 17,1 p. 100. La CV des femmes que nous avons examinées représente 71,3 p. 100 de celle des hommes examinés par nous.

Dans toutes les dimensions que nous avons relevées, la variabilité est moins

TAB. 4

HOMMES: Totalité des 3 groupes  
Age moyen: 30 ans et 6 mois

|                                   | M     | ±m   | σ    | Min.  | Max.  | N   |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-----|
| Poids                             | 71,0  | 0,49 | 8,46 | 53    | 95    | 299 |
| Taille                            | 173,4 | 0,35 | 6,04 | 158   | 190   | 299 |
| Périmètre thoracique              | 91,3  | 0,33 | 5,66 | 80    | 108   | 292 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 9,0   | 0,14 | 2,39 | 3     | 17    | 290 |
| Profondeur du thorax              | 21,7  | 0,09 | 1,47 | 18,5  | 26,5  | 295 |
| Largeur du thorax                 | 29,2  | 0,10 | 1,78 | 25    | 35    | 295 |
| Indice thoracique                 | 134,4 | 0,49 | 8,39 | 114   | 162   | 295 |
| Capacité vitale                   | 4 485 | 38   | 663  | 2 400 | 6 200 | 300 |

FEMMES: Totalité des 3 groupes  
Age moyen: 30 ans et 8 mois

|                                   |       |      |      |       |       |     |
|-----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-----|
| Poids                             | 62,5  | 0,41 | 7,06 | 44    | 86    | 304 |
| Taille                            | 162,2 | 0,34 | 5,95 | 148   | 178   | 304 |
| Périmètre thoracique              | 87,4  | 0,28 | 4,88 | 74    | 102   | 305 |
| Amplitude du périmètre thoracique | 8,7   | 0,12 | 2,11 | 3     | 15    | 305 |
| Profondeur du thorax              | 20,1  | 0,08 | 1,34 | 16,5  | 23,5  | 304 |
| Largeur du thorax                 | 26,6  | 0,08 | 1,46 | 22    | 32    | 304 |
| Indice thoracique                 | 134,1 | 0,51 | 8,83 | 110   | 166   | 304 |
| Capacité vitale                   | 3 199 | 29   | 501  | 1 300 | 4 400 | 305 |

Le poids est donné en kg, la capacité vitale en cmc; les autres mesures, à l'exception de l'indice thoracique, sont données en cm.

grande chez les femmes que chez les hommes.

Diminution de la CV en position couchée et en flexion du tronc en avant

HOMMES: Chez les hommes, la diminution moyenne d'ensemble de la CV en position couchée est de  $311 \pm 9$  cmc, et de  $165 \pm 11$  cmc en flexion du tronc en avant. Dans le 1<sup>er</sup> groupe, elle fait  $340 \pm 39$  cmc en position couchée et  $192 \pm 28$  cmc en flexion du tronc en avant, dans le 2<sup>e</sup> groupe  $317 \pm 10$  cmc en position couchée et  $166 \pm 12$  cmc en flexion du tronc en avant, dans le 3<sup>e</sup> groupe  $248 \pm 22$  cmc en position couchée et  $147 \pm 27$  cmc en flexion du tronc en avant. C'est dans le 1<sup>er</sup> groupe d'hommes que la diminution la plus importante a été constatée en position couchée, elle est moins grande dans le 2<sup>e</sup> groupe (différence de 23 cmc) et elle est la plus petite dans le 3<sup>e</sup> groupe (différence de 92 cmc par rapport au 1<sup>er</sup> groupe). Quant à la diminution qui se produit en flexion du tronc en avant, c'est également dans le groupe des sujets les plus jeunes qu'elle est la plus importante; elle est moins grande dans le 2<sup>e</sup> groupe (de 26 cmc) et la plus petite dans le 3<sup>e</sup> groupe (différence de 45 cmc par rapport au 1<sup>er</sup> groupe).

FEMMES: Chez les femmes, la diminution moyenne d'ensemble de la CV est de  $283 \pm 10$  cmc en position couchée et de  $133 \pm 9$  cmc en flexion du tronc en avant. Dans le 1<sup>er</sup> groupe, elle fait  $268 \pm 28$  cmc en position couchée et  $104 \pm 28$  cmc en flexion du tronc en avant; dans le 2<sup>e</sup> groupe, elle fait  $297 \pm 8$  cmc en position couchée et  $138 \pm 9$  cmc en flexion du tronc en avant; dans le 3<sup>e</sup> groupe, elle fait  $205 \pm 24$  cmc en position couchée et  $122 \pm 28$  cmc en flexion du tronc en avant.

Chez les femmes, la diminution la plus importante en position couchée a été constatée dans le 2<sup>e</sup> groupe; dans le 1<sup>er</sup> groupe, elle est plus petite de 29 cmc et, dans le 3<sup>e</sup> groupe, elle est également plus petite de 92 cmc. En flexion du tronc en avant, la diminution est, chez les femmes, également la plus importante dans le 2<sup>e</sup> groupe; chez les femmes plus jeunes, elle est moins grande de 34 cmc, et de 16 cmc chez les femmes plus âgées du 3<sup>e</sup> groupe.

En position couchée de même qu'en flexion du tronc en avant, la diminution est plus importante chez les femmes que chez les hommes. J'estime que la cause en est d'ordre physiologique. Chez les femmes où la respiration costale est plus accentuée, les excursions du thorax sont plus limitées par la déformation de ce dernier, et même le poids plus considérable de la graisse ligamenteuse et des mamelles s'y fait sentir.

A notre avis, l'importance de la diminution de la CV qui apparaît au changement de la position du

TAB. 5

Diminution moyenne d'ensemble de la capacité vitale en position couchée et en flexion du tronc en avant

|        | Groupe                 | N   | Diminution moyenne d'ensemble |           |                              |           |
|--------|------------------------|-----|-------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
|        |                        |     | en position couchée           |           | en flexion du tronc en avant |           |
|        |                        |     | en cmc                        | en p. 100 | en cmc                       | en p. 100 |
| HOMMES | -20 ans                | 25  | 340                           | 7,8       | 192                          | 4,4       |
|        | 20 à 40 ans            | 217 | 317                           | 6,8       | 166                          | 3,6       |
|        | 40- ans                | 58  | 248                           | 6,3       | 146                          | 3,7       |
|        | totalité de l'ensemble | 300 | 311                           | 6,9       | 165                          | 3,7       |
| FEMMES | -20 ans                | 25  | 268                           | 8,2       | 104                          | 3,2       |
|        | 20 à 40 ans            | 239 | 297                           | 9,1       | 138                          | 4,2       |
|        | 40- ans                | 41  | 205                           | 7,5       | 122                          | 4,5       |
|        | totalité de l'ensemble | 305 | 283                           | 8,8       | 133                          | 4,1       |

TAB. 6  
HOMMES

Différence entre la capacité vitale en position couchée et en flexion du tronc en avant et celle en station droite

| Groupe                 | Position du corps            | Par rapport à la capacité vitale en station droite |     |     |     |                |                   |      |      |      |      |      |     | Au total |       |
|------------------------|------------------------------|--|-----|-----|-----|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|-----|----------|-------|
|                        |                              | augmentation en cmc                                |     |     |     | sans variation | diminution en cmc |      |      |      |      |      |     |          |       |
|                        |                              | 400  | 300 | 200 | 100 |                | 100               | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700 |          |       |
| Moins de 20 ans        | en p. couchée                |  |     |     |     | 1              | 2                 | 7    | 6    | 1    | 3    | 3    | 2   | 25       | pers. |
|                        |                              |  |     |     |     | 4              | 8                 | 28   | 24   | 4    | 12   | 12   | 8   | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant |  |     | 1   | 1   | 3              | 6                 | 4    | 6    | 1    | 3    |      |     | 25       | pers. |
|                        |                              |  |     | 4   | 4   | 12             | 24                | 16   | 24   | 4    | 12   |      |     | 100      | %     |
| 20 à 40 ans            | en p. couchée                |  |     |     |     | 6              | 20                | 42   | 63   | 38   | 13   | 14   | 3   | 217      | pers. |
|                        |                              |  |     |     |     | 2,8            | 9,3               | 19,4 | 29,— | 17,5 | 14,3 | 6,4  | 1,4 | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant |  | 1   | 4   | 16  | 38             | 46                | 45   | 34   | 19   | 10   | 4    |     | 217      | pers. |
|                        |                              |  | 0,5 | 1,8 | 7,4 | 17,5           | 21,2              | 20,7 | 15,7 | 8,8  | 4,6  | 1,8  |     | 100      | %     |
| Plus de 40 ans         | en p. couchée                |  |     |     |     | 3              | 4                 | 9    | 11   | 12   | 13   | 3    |     | 58       | pers. |
|                        |                              |  |     |     |     | 5,2            | 6,9               | 15,5 | 19,— | 20,7 | 22,4 | 10,3 |     | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant | 1  | —   | 4   | 5   | 8              | 16                | 4    | 7    | 9    | 3    | 1    |     | 58       | pers. |
|                        |                              | 1,7  | —   | 6,9 | 8,6 | 13,8           | 27,6              | 6,9  | 12,1 | 15,5 | 5,2  | 1,7  |     | 100      | %     |
| Totalité des 3 groupes | en p. couchée                |  |     |     |     | 13             | 35                | 61   | 80   | 48   | 38   | 20   | 5   | 300      | pers. |
|                        |                              |  |     |     |     | 4,2            | 11,6              | 20,3 | 26,6 | 16,— | 13,— | 6,6  | 1,7 | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant | 1  | 1   | 9   | 22  | 49             | 68                | 53   | 47   | 29   | 16   | 5    |     | 300      | pers. |
|                        |                              | 0,3  | 0,3 | 3   | 7,3 | 16,3           | 22,7              | 17,7 | 15,7 | 9,7  | 5,3  | 1,7  |     | 100      | %     |

corps dépend principalement de l'importance de la part que le diaphragme prend à la respiration. Nous tenons pour certain que c'est la déformation du thorax causée par le poids qui y coopère et, dans la position assise, l'accumulation augmentée de sang dans le poumon aussi. C'est aussi la position de la tête, du cou et des épaules par rapport au thorax qui y joue un rôle important. Une question se pose: pourquoi, chez les femmes assises travaillant à la machine, la diminution de la CV est de 6,7 p. 100, tandis que chez les femmes du groupe de 20 à 40 ans de la mesure comparative effectuée sur des sportives en flexion du tronc en avant elle ne fait que 4,2 p. 100. Nous l'expliquons par la position de la tête et des bras penchés en avant pendant le travail, le thorax étant ainsi fortement freiné dans son mouvement. Au cours de notre mesure effectuée en flexion du tronc en avant, la tête se trouvait à la hauteur du corps et le thorax était relâché. Dans une certaine mesure, la CV se trouve influencée aussi par la variation du volume d'air résiduaire qui, à notre avis, varie également avec la position.

#### Analyse des variations de la CV produites par la position du corps FEMMES

##### En position couchée

Dans le 1<sup>er</sup> groupe, la CV n'a pas varié dans 8 p. 100 (2 sujets); dans 92 p. 100 (23 sujets), elle était diminuée de 291 cmc en moyenne, soit de 8,9 p. 100, par rapport à la position debout.

Dans le 2<sup>e</sup> groupe, la CV n'a pas varié dans 2 p. 100 de femmes examinées (5 sujets); dans 98 p. 100 (234 sujets examinés), elle se trouvait diminuée de 304 cmc, soit de 9,3 p. 100, en moyenne dans la position couchée.

Dans le 3<sup>e</sup> groupe, la CV se trouvait augmentée, en position couchée, de 100 cmc (de 3,7 p. 100) dans 2,4 p. 100 (c'est-à-dire dans un seul cas); dans 12,2 p. 100 (chez 5 sujets) elle n'a pas varié et, dans 85,4 p. 100 (chez 35 sujets), nous avons enregistré une diminution moyenne de 243 cmc (8,9 p. 100). La totalité des femmes: Dans la position

couchée, la CV se trouvait diminuée dans 95,8 p. 100 (c'est-à-dire chez 292 sujets sur 305) de 296 cmc (9,3 p. 100) en moyenne; elle était la même qu'en station droite dans 3,9 p. 100 (chez 12 sujets), et dans un seul cas (0,3 p. 100) elle se trouvait augmentée de 100 cmc (soit de 3,1 p. 100).

#### En flexion du tronc en avant.

Dans le 1<sup>er</sup> groupe, la CV se trouvait augmentée en flexion du tronc en avant dans 8 p. 100 de femmes examinées (2 sujets) de 150 cmc en moyenne (c'est-à-dire de 4,6 p. 100); dans 24 p. 100 (6 sujets), elle était la même qu'en station droite, et dans 68 p. 100 (17 sujets) elle se trouvait diminuée de 171 cmc, soit de 5,2 p. 100, en moyenne.

Dans le 2<sup>e</sup> groupe, la CV n'a pas varié en flexion du tronc en avant dans 18,8 p. 100 (45 sujets); dans 5,4 p. 100 (13 sujets) elle a augmenté de 146 cmc, soit de 4,4 p. 100, en moyenne, et dans 75,8 p. 100 (chez 181 sujets examinés) elle se trouvait diminuée de 192 cmc, soit de 5,6 p. 100, en moyenne par rapport à la station droite.

Dans le 3<sup>e</sup> groupe, la CV a augmenté dans 17 p. 100 (chez 7 sujets examinés) de 100 cmc, soit de 3,7 p. 100, en moyenne en flexion du tronc en avant. A la station normale, la CV n'a pas varié dans 24,4 p. 100 (chez 10 sujets), et elle a diminué dans 58,6 p. 100 (chez 24 sujets) de 238 cmc, soit de 8,7 p. 100, en moyenne.

La totalité des femmes: Chez les femmes, la CV se trouvait diminuée en général, en flexion du tronc en avant, dans 72,7 p. 100 (222 sujets) de 195 cmc, soit de 6,1 p. 100, en moyenne. Une augmentation de 132 cmc, soit de 4,1 p. 100, en moyenne a été enregistrée dans 7,3 p. 100 de cas (chez 22 sujets). Dans 20 p. 100 de cas examinés, la CV était la même en flexion du tronc en avant qu'en station droite (chez 61 sujets).

#### HOMMES.

#### En position couchée

1<sup>er</sup> groupe. Dans 4 p. 100 (dans un seul cas), la CV n'a pas varié en position couchée; dans 96 p. 100

TAB. 7

#### FAMMES

Différence entre la capacité vitale en position couchée et en flexion du tronc en avant et celle en station droite

| Groupe                 | Position du corps            | Par rapport à la capacité vitale en station droite |     |      |                |                   |      |      |      |      |       |     | Au total |       |
|------------------------|------------------------------|--|-----|------|----------------|-------------------|------|------|------|------|-------|-----|----------|-------|
|                        |                              | augmentation en cmc                                |     |      | sans variation | diminution en cmc |      |      |      |      | pers. | %   |          |       |
|                        |                              | 300  | 200 | 100  |                | 100               | 200  | 300  | 400  | 500  |       |     |          |       |
| Moins de 20 ans        | en p. couchée                |  |     |      | 2              | 3                 | 6    | 8    | 4    | —    | 2     |     | 25       | pers. |
|                        |                              |  |     |      | 8              | 12                | 24   | 32   | 16   | —    | 8     |     | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant | 1  | 1   | 6    | 11             | 3                 | 1    | 1    | 1    |      |       |     | 25       | pers. |
|                        |                              | 4  | 4   | 24   | 44             | 12                | 4    | 4    | 4    |      |       |     | 100      | %     |
| 20 à 40 ans            | en p. couchée                |  |     |      | 5              | 24                | 74   | 57   | 40   | 29   | 7     | 3   | 239      | pers. |
|                        |                              |  |     |      | 2,—            | 10,—              | 31,— | 23,9 | 16,8 | 12,1 | 2,9   | 1,3 | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant | 2  | 2   | 9    | 45             | 82                | 52   | 31   | 12   | 3    | 1     | —   | 239      | pers. |
|                        |                              | 0,8  | 0,8 | 3,8  | 18,8           | 34,3              | 21,8 | 13,— | 5,—  | 1,3  | 0,4   | —   | 100      | %     |
| Plus de 40 ans         | en p. couchée                |  |     | 1    | 5              | 9                 | 13   | 6    | 5    | 1    | —     | 1   | 41       | pers. |
|                        |                              |  |     | 2,4  | 12,2           | 22,—              | 31,8 | 14,6 | 12,2 | 2,4  | —     | 2,4 | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant |  |     | 7    | 10             | 10                | 4    | 5    | 2    | 2    | 1     | —   | 41       | pers. |
|                        |                              |  |     | 17,— | 24,4           | 24,4              | 9,8  | 12,2 | 4,9  | 4,9  | 2,4   | —   | 100      | %     |
| Totalité des 3 groupes | en p. couchée                |  |     | 1    | 12             | 36                | 93   | 71   | 49   | 30   | 9     | 4   | 305      | pers. |
|                        |                              |  |     | 0,3  | 3,9            | 11,8              | 30,6 | 23,3 | 16,— | 9,8  | 3,—   | 1,3 | 100      | %     |
|                        | en flexion du tronc en avant | 2  | 3   | 17   | 61             | 103               | 59   | 37   | 15   | 6    | 2     | —   | 305      | pers. |
|                        |                              | 0,7  | 1,— | 5,6  | 20,—           | 33,8              | 19,3 | 12,— | 4,9  | 2,—  | 0,7   |     | 100      | %     |

TABLEAU no 8

## HOMMES

Variations de la capacité vitale produites par la position du corps

| Groupe                 | En position                  | Capacité vitale  |                  |                   |                                   |                  |                  |                  |                  |                   |                                   |
|------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
|                        |                              | augmentée        |                  |                   |                                   | sans variation   |                  | diminuée         |                  |                   |                                   |
|                        |                              | Nombre de sujets | Soit % du groupe | En moyenne de cmc | Soit % de la CV en station droite | Nombre de sujets | Soit % du groupe | Nombre de sujets | Soit % du groupe | En moyenne de cmc | Soit % de la CV en station droite |
| Moins de 20 ans        | en p. couchée                |                  |                  |                   |                                   | 1                | 4,—              | 24               | 96,—             | 386               | 8,8                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 2                | 8                | 150               | 3,4                               | 3                | 12,—             | 20               | 80,—             | 255               | 5,8                               |
| 20—40 ans              | en p. couchée                |                  |                  |                   |                                   | 6                | 2,8              | 211              | 97,2             | 289               | 6,2                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 21               | 9,7              | 129               | 2,8                               | 38               | 17,5             | 158              | 72,8             | 246               | 5,3                               |
| Plus de 40 ans         | en p. couchée                |                  |                  |                   |                                   | 3                | 5,2              | 55               | 94,8             | 338               | 8,6                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 10               | 17,2             | 170               | 4,3                               | 8                | 13,8             | 40               | 69,—             | 255               | 6,5                               |
| Totalité de l'ensemble | en p. couchée                |                  |                  |                   |                                   | 13               | 4,2              | 287              | 95,8             | 313               | 7,—                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 33               | 10,9             | 142               | 3,2                               | 49               | 16,3             | 218              | 72,8             | 248               | 5,5                               |

(chez 24 sujets) nous avons enregistré une diminution de 386 cmc (8,8 p. 100) en moyenne.

Dans le 2<sup>e</sup> groupe, la CV n'a pas connu de variations dans 2,8 p. 100 (chez 6 sujets). Dans 97,2 p. 100 de personnes de cette catégorie d'âge (chez 211 sujets), nous avons constaté une diminution de la CV de 289 cmc en moyenne, ce qui fait 6,2 p. 100 de la CV enregistrée en station droite.

Dans le 3<sup>e</sup> groupe, la CV n'a pas varié dans 5,2 p. 100 (chez 3 sujets); elle a diminué dans 94,8 p. 100 (chez 55 sujets) de 338 cmc (soit de 8,6 p. 100) en moyenne.

#### La totalité des hommes

Chez les hommes, la CV est restée sans variations, en position couchée, dans 4,2 p. 100 de personnes examinées (chez 13 sujets); elle a diminué de 313 cmc (soit de 7 p. 100) en moyenne dans 95,8 p. 100 de tous les hommes examinés (dans 287 cas) par rapport à la CV enregistrée en station droite.

#### En flexion du tronc en avant

Dans le 1<sup>er</sup> groupe, la CV n'a pas connu de varia-

tions dans 12 p. 100 (chez 3 sujets); elle a augmenté dans 8 p. 100 (dans 2 cas) de 150 cmc, soit de 3,4 p. 100, en moyenne, de la CV enregistrée en position debout normale. Une diminution de 255 (de 5,8 p. 100) en moyenne a été enregistrée dans 80 p. 100 de cas (chez 20 sujets).

Dans le 2<sup>e</sup> groupe, la CV a augmenté en flexion du tronc en avant de 129 cmc (soit de 2,8 p. 100) en moyenne dans 9,7 p. 100 (chez 21 sujets); elle est restée la même dans 17,5 p. 100 (dans 38 cas), et une diminution de 246 cmc (soit de 5,3 p. 100) en moyenne a été enregistrée dans 72,8 p. 100 (dans 158 cas).

Dans le 3<sup>e</sup> groupe, la CV n'a pas varié en flexion du tronc en avant dans 13,8 p. 100 de cas (chez 8 personnes); elle a augmenté de 170 cmc (soit de 4,3 p. 100) en moyenne dans 17,2 p. 100 (dans 10 cas). Une diminution de la CV de 255 cmc (soit de 6,5 p. 100 de la CV en station droite) a été constatée dans 69 p. 100, c'est-à-dire dans 40 cas.

#### La totalité des hommes

Dans 16,3 p. 100 de cas examinés (chez 49 sujets),

la CV n'a pas varié en flexion du tronc en avant. Dans 10,9 p. 100 (dans 33 cas), une augmentation de 142 cmc (de 3,2 p. 100) en moyenne s'est produite en flexion du tronc en avant.

Une diminution de 248 cmc (de 5,5 p. 100 par rapport à la station droite (de la CV a été enregistrée (de la CV a été enregistrée dans 72,8 p. 100 de personnes examinées (dans 218 cas).

Dans la position couchée, une diminution de la CV se produit dans 95,8 p. 100 chez les hommes, comme chez les femmes. Ce fait, on peut l'expliquer, comme nous l'avons déjà indiqué, par l'accumulation assez importante du sang dans le poumon, par la montée du diaphragme (par le déplacement de ce dernier dans la direction du crâne) et par la déformation du thorax produite par pression.

Dans les taux enregistrées en flexion du tronc en avant, on remarque une assez grande variabilité individuelle. Une diminution de la CV y apparaît presque aussi souvent chez les hommes que chez les femmes (dans presque 73 p. 100 de cas). Elle est explicable par la descente limitée du diaphragme, par la position des bras et par la déformation du tho-

rax, tout cela restreignant les possibilités d'une inspiration profonde. Dans 20 p. 100 de femmes examinées et dans 16,3 p. 100 d'hommes, la CV n'a pas connu de variations en flexion du tronc en avant. Dans 7,3 p. 100 de femmes et dans 10,9 p. 100 d'hommes, une augmentation de la CV a été enregistrée en flexion du tronc en avant. C'est chez les hommes et les femmes du 3<sup>e</sup> groupe, donc chez des sujets plus âgés que ce phénomène apparaît particulièrement fréquent (environ 17 p. 100 de cas). Une explication de ce fait se présente, celle que la position en flexion du tronc en avant peut, dans certains cas, provoquer une diminution de l'air résiduaire et contribuer par là à l'augmentation de la CV.

#### COMPARAISON DE NOS RÉSULTATS AVEC CEUX D'AUTRES AUTEURS

L. L u k à š o v á fait la comparaison entre la CV des jeunes filles de 18 ans et celle constatée par J. M a t i e g k a chez les garçons. Elle indique que la CV des jeunes filles représente 78,5 p. 100 de celle

TABLEAU no 9

#### FEMMES

Variations de la capacité vitale produites par la position du corps

| Groupe                 | En position                  | Capacité vitale  |                  |                   |                                   |                  |                  |                  |                  |                   |                                   |
|------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
|                        |                              | augmentée        |                  |                   |                                   | sans variation   |                  | diminuée         |                  |                   |                                   |
|                        |                              | Nombre de sujets | Soit % du groupe | En moyenne de cmc | Soit % de la CV en station droite | Nombre de sujets | Soit % du groupe | Nombre de sujets | Soit % du groupe | En moyenne de cmc | Soit % de la CV en station droite |
| Moins de 20 ans        | en p. couchée                |                  |                  |                   |                                   | 2                | 8                | 23               | 92,—             | 291               | 8,9                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 2                | 8,—              | 150               | 4,6                               | 6                | 24,—             | 17               | 68,—             | 171               | 5,2                               |
| 20—40 ans              | en p. couchée                |                  |                  |                   |                                   | 5                | 2,—              | 234              | 98,—             | 304               | 9,3                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 13               | 5,4              | 146               | 4,4                               | 45               | 18,8             | 181              | 75,8             | 192               | 5,6                               |
| Plus de 40 ans         | en p. couchée                | 1                | 2,4              | 100               | 3,7                               | 5                | 12,2             | 35               | 85,4             | 243               | 8,9                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 7                | 17,—             | 100               | 3,7                               | 10               | 24,4             | 24               | 58,6             | 238               | 8,7                               |
| Totalité de l'ensemble | en p. couchée                | 1                | 0,3              | 100               | 3,1                               | 12               | 3,9              | 292              | 95,8             | 295               | 9,3                               |
|                        | en flexion du tronc en avant | 22               | 7,3              | 132               | 4,1                               | 61               | 20               | 222              | 72,7             | 195               | 6,1                               |

des garçons. La CV des femmes que nous avons examinées représente 71,4 p. 100 de celle des hommes. Il n'y a pas désaccord avec nos constatations, puisque les femmes atteignent leur maximum de CV plus tôt que les hommes, ce que nous avons aussi vérifié par nos résultats. C. M. Jackson indique la valeur de la CV des étudiants I par 4383 cmc et celle des étudiants II par 4406 cmc. Dans notre groupe de sujets de moins de 20 ans, la CV fait 4376 cmc. J. K. Ferguson donne la CV des hommes (de même que L. Drastich) par 4640 cmc; notre valeur d'ensemble de la CV des hommes est de 4485 cmc. A. J. Beams, qui donne des valeurs de la CV dans la position assise, indique le taux de 4197 cmc pour les hommes ayant de 160 à 170 cm de stature; chez nos hommes ayant une taille de 165 cm, la CV fait 4224 cmc en position debout. A. J. Beams indique encore la différence qui existe entre la CV constatée dans la position assise et celle enregistrée dans la position couchée par 5,2 p. 100 en moyenne pour les hommes, et par 7,5 p. 100 en moyenne pour les femmes. Cela est en accord avec notre constatation que, chez les femmes, la différence entre les valeurs de la CV dans les deux positions en question est plus grande que chez les hommes. Chez les femmes corpulentes, il a constaté une différence considérable (environ 15 p. 100) entre les taux de la CV en position couchée par rapport à la position assise. Lorsque d'autres auteurs se sont occupés de l'étude de l'action de la position du corps sur la CV, ils y avaient été amenés par l'intérêt clinique. C'est pourquoi ils ont choisi la position couchée que le malade prend sur le lit (le tronc soulevé, la tête posée sur un traversin). J. M. Rabinoitch établissait les valeurs de la CV dans la position debout et dans la position couchée, sans toutefois faire de distinction entre les hommes et les femmes. Il a constaté une différence de 7,5 p. 100. La différence constatée par nous était de 6,9 p. 100 chez les hommes, et de 8,8 p. 100 chez les femmes; la différence moyenne pour les deux sexes était donc de 7,9 p. 100. Chez 38 étudiants, P. Dow a constaté une différence de la CV entre la position couchée et la position debout s'élevant à 233 cmc; la différence constatée par nous chez les hommes est de 311 cmc. Il faut cependant faire remarquer que la moitié supérieure du corps des étudiants se trouvait relevée.

#### RÉSUMÉ

L'auteur a examiné directement à leurs postes de travail des femmes qui travaillaient en position courbée et a constaté que la capacité vitale (plus loin CV) du poumon se trouvait diminuée, dans cette position de travail, de 6,7 p. 100 par rapport à celle en position debout. Ensuite, il a effectué, sur des sportifs adultes, des mesures de contrôle dont il expert les résultats. Il a fait l'examen de 300 hommes d'un âge moyen de 30 ans et 5 mois et de 305 femmes dont l'âge moyen était de 30 ans et 8 mois. Chez eux, il a fait la mesure de la CV dans la position debout, dans la position couchée sur le dos et en flexion du tronc en avant, et il a établi leur poids,

la hauteur du corps et certaines dimensions du thorax.

Avec leur taille moyenne de 173,4 cm et leur poids moyen de 71,0 kg, les hommes étaient, de façon globale, plus grands de 11 cm et plus lourds de 9 kg que les femmes (la taille moyenne des femmes était de 162,2 cm, leur poids moyen était de 62,3 kg).

La CV moyenne des hommes faisait 4485 cmc, celle des femmes 3199 cmc. La CV des femmes correspond à 71,3 p. 100 de celle des hommes.

La diminution de la CV est, en position couchée et même en flexion du tronc en avant, relativement plus importante chez les femmes que chez les hommes, toutefois, elle ne se produit pas dans tous les cas. En flexion du tronc en avant, une diminution moyenne d'ensemble de 3,7 p. 100 de la CV a eu lieu chez les hommes, et de 4,1 p. 100 chez les femmes en moyenne. En position couchée, la diminution moyenne d'ensemble de la CV était de 6,9 p. 100 chez les hommes, et de 8,8 p. 100 chez les femmes.

Le pourcentage des cas où une diminution de la CV s'est produite est identique pour les hommes ainsi que pour les femmes (95,8 p. 100 en position couchée, et presque 73 p. 100 en flexion du tronc en avant).

En flexion du tronc en avant, une diminution de la CV a eu lieu dans 72,8 p. 100 des hommes et dans 72,7 p. 100 des femmes; elle était de 5,5 p. 100 chez les hommes, et de 6,1 p. 100 chez les femmes. Chez 20 p. 100 des femmes et 16,3 p. 100 des hommes, la CV n'a pas varié en flexion du tronc en avant; chez 7,3 p. 100 des femmes et 10,9 p. 100 des hommes, une augmentation de la CV de 3,2 p. 100 chez les hommes et de 4,1 p. 100 chez les femmes s'est produite par rapport à la CV en station droite.

En position couchée, la CV se trouvait diminuée dans 95,8 p. 100 des hommes et des femmes examinés (de 7 p. 100 chez les hommes, et de 9,3 chez les femmes). Chez le reste des sujets examinés, la CV n'a pas varié en position couchée, à l'exception d'une seule femme, chez laquelle elle se trouvait augmentée de 100 cmc.

D'après les résultats du présent travail et selon les constatations d'autres auteurs, l'importance de la diminution de la CV dépend, dans les changements de position du corps, principalement de l'importance de la part que le diaphragme prend à la respiration, puis de la déformation du thorax produite par le poids et, en position couchée, aussi de l'accumulation augmentée du sang dans le poumon. Un rôle important revient à la position de la tête, du cou et des épaules par rapport au tronc.

L'amplitude moyenne du périmètre thoracique et le rapport entre la largeur du thorax et sa profondeur (l'indice thoracique) ont été trouvés presque identiques chez les hommes et chez les femmes. Avec l'âge, le périmètre thoracique ainsi que la largeur et la profondeur du thorax augmentent légèrement, tandis que l'amplitude du périmètre thoracique diminue. Après la 30<sup>e</sup> année de la vie, la CV diminue; à la différence des hommes, elle n'augmente plus chez les femmes après leur 20<sup>e</sup> année.

Pour le travail et les travailleurs, nos constatations ont l'intérêt suivant:

S'il est vrai que la CV est l'indicateur des possibilités respiratoires, la position du corps la plus avantageuse pour la respiration est celle où le tronc et la tête sont tenus droits. Par conséquent, les conditions de travail sont d'autant plus favorables au travailleur et à son rendement de travail, qu'il approche de cette position. Le plus souvent, le travailleur est responsable de la position il adopte à son travail. S'il est tenu de rester régulièrement et pour un temps long dans une position contrainte, une réhabilitation de l'organisme par des exercices compensateurs appropriés est de rigueur.

Ce sont les techniciens qui pourront y apporter une sérieuse amélioration s'ils tiennent compte de ce facteur en établissant les installations et en construisant les machines, et s'ils sont animés du souci que ceux qui y travailleront puissent, dans la mesure du possible, se tenir droits à leur travail et éviter ainsi des atteintes à leur santé.

#### SUMMARY

The author examined, directly at their place of work, women, working in a bent down position. He ascertained that the vital capacity of the lungs in the working position is 6.8% less than the vital capacity in a standing position. He then carried out control determinations in adult sportsmen and gives the results. He examined 300 men, average age 30 years 5 months and 305 women, average age 30 years 8 months. He determined the vital capacity of the lungs when standing, when lying on their backs, and when bending forward. He also determined body weight, height and some dimensions of the chest.

Men of an average height 173.4 cm and weight 71 kg were roughly 11 cm taller and 9 kg heavier than women (average height of women 162.2 cm, average weight 62.3 kg).

The average vital capacity of men was 4485 ccm and that of women 3199 ccm. The vital capacity of women was 71.3% that of the men.

The decrease in vital capacity on lying down or bending forward was relatively larger in women than in men, but did not set in in all cases. The overall decrease in vital capacity of men when bending forward was 3.7% in men and 4.1% in women on the average. When lying down the vital capacity in men decreased by 6.9% and in women by 8.8% on the average.

The percentage of cases in which a decrease in the vital capacity set in was the same for both men and women (95.8% when lying down and not quite 73% when bending forward).

When bending forward a decrease in vital capacity was observed in 72.8% of the men and 72.7% of the women examined — in men by 5.5% in women by 6.1%. In 20% of the women and 16.3% of the men the vital capacity did not change on bending forward and in 7.3% of the women and 10.9% of the men an increase was observed compared to the vital capacity when standing upright by 3.2% in men and 4.1% in women.

In the lying position the vital capacity was decreased in 95.8% of the men and of the women (in men by 7% in women by 9.3%). In all other cases the vital capacity did not change on lying down but for one woman, where it increased by 100 ccm.

The results of this paper and those of other authors indicate that the amount by which the vital capacity decreases when the position of the body is changed depends in the main on the degree to which the diaphragm participates in the act of breathing in the individual. Other factors playing a part are deformations of the chest, caused by weight, and in the lying down position an increased amount of blood in

the lungs. An important part is played by the position of the head, neck and shoulders in relation to the trunk. It is assumed that the vital capacity is in part also influenced by the volume of residual air, which changes with the change of the body position.

The average amplitude of the chest circumference and the ratio width to depth of the chest (index) were found to be nearly identical in men and women. In old age the circumference, width and depth of the chest increase slightly, the amplitude of the circumference decreases. After the 30th year of age the vital capacity decreases, in women, in contradistinction to men it does not go on increasing after the 20th year.

For work and working people our findings are significant in the following way:

If the vital capacity is an indicator of breathing possibilities then the optimal position for breathing is with an upright trunk with the head held straight. Working conditions are therefore the more favourable for those working and thus for working efficiency, the closer this position is adhered to. In most cases it depends on the individual what position his body is in. If, however, he has to spend a long time regularly in this unnatural position at work, rehabilitation of the organism is necessary by means of suitable compensatory exercise.

Technicians can make great improvements if they take this factor into account when placing various installations and when constructing machines, so that he, who is going to work with them can stand (or sit) upright, as far as possible and thus not have his health affected.

#### РЕЗЮМЕ

Автор исследовал непосредственно на рабочем месте женщин, работающих в согнутой позе тела, и установил, что жизненная мощность легких в рабочей позе по отношению к жизненной мощности при стоячей позе на 6,8% меньше. Автор произвел затем контрольное измерение взрослых, занимающихся спортом. Результаты измерения приводятся автором. Он исследовал 300 мужчин в возрасте в среднем 30 лет 5 месяцев и 305 женщин в возрасте в среднем 30 лет 8 месяцев. Автор измерял у них жизненную мощность легких при стоячей позе, при лежании на спине, при наклоне вперед, далее — вес тела, высоту и некоторые размеры грудной клетки.

Мужчины были при средней высоте 173,4 см и весе 71,0 кг и общем на 11 см выше и на 9 кг тяжелее женщин (высота женщин в среднем — 162,2 см, средний вес — 62,3 кг).

Средняя жизненная мощность мужчин составляла 4485 ссм, а женщин — 3199 ссм. Жизненная мощность женщин составляла 71,3% жизненной мощности мужчин.

Уменьшение жизненной мощности при лежачем положении и при наклоне вперед сравнительно больше у женщин, чем у мужчин, однако, оно не наступило во всех случаях. В наклоне вперед наступило общее уменьшение жизненной мощности у мужчин в среднем на 3,6%, а у женщин в среднем на 4,1%. В лежачем положении в общем уменьшилась жизненная мощность у мужчин в среднем на 6,9%, у женщин — на 8,8%.

Процент случаев, в которых имело место уменьшение жизненной мощности, один и тот же у мужчин и у женщин (95,8% в лежачей позе, нецельх 73% при наклоне вперед).

При наклоне вперед наступило уменьшение жизненной мощности у 72,8% мужчин и у 72,7% исследованных женщин — у мужчин на 5,5%, а у женщин на 6,1%. У 20% женщин и 16,3% мужчин жизненная мощность при наклоне вперед не изменилась, а у 7,3% женщин и 10,9% мужчин наступило повышение по отношению к жизненной мощности в прямой позе у мужчин на 3,2%, а у женщин на 4,1%.

При лежачем положении была у 95,8% исследованных мужчин и женщин жизненная мощность меньше (у мужчин на 7%, у женщин на 9,3%). У остальных исследованных жизненная мощность в лежачем положении не изменилась, за исключением одной женщины, у которой она была на 100 ссм выше.

На основании результатов этой работы и установлений иных авторов размер уменьшения жизненной мощности зависит при изменении положения тела, главным образом от того, насколько у данного лица принимает диафрагма участие в дыхании; далее имеет влияние деформация грудной клетки, причиненная весом, а при лежачем положении — повышенное накопление крови в легких. Серьезную роль играет положение головы, шеи и плеч по отношению к туловищу. Предполагают, что на жизненную мощность имеет отчасти влияние также объем резидуального воздуха, изменяющийся вместе с положением тела.

Средняя амплитуда объема груди и отношение ширины грудной клетки к глубине (индекс) были найдены почти одинаковыми и мужчин и женщин. В старости объем грудной клетки, ширина и глубина его слабо увеличиваются, амплитуда объема груди уменьшается. Жизненная мощность после наступления 30-летнего возраста уменьшается, а у женщин, в отличие от мужчин, после наступления 20-летнего возраста она не увеличивается.

Для труда и трудящихся наше установление имеет следующее значение:

Если жизненная мощность является указателем дыхательных возможностей, оптимальным для дыхания положением будет выпрямившееся туловище и прямое держание головы. Условия труда, следовательно, для трудящегося, а тем самым и для производительности труда будут тем благоприятнее, чем больше он приблизится к указанному положению. В большинстве случаев многое зависит от каждого отдельного лица, какое у него положение тела. Поскольку он, однако, принужден проводить при работе регулярно длительное время в неестественном положении, необходима реабилитация путем подходящих компенсационных упражнений.

Значительное улучшение могут принести техники, если они обратят внимание на указанный фактор при помещении различных устройств и при конструкции машин, для того, чтобы тот, кто с ними работает, мог, насколько это возможно, держаться прямо, и чтобы его здоровье не пострадало.

#### BIBLIOGRAPHIE

##### Publications:

- ANTHONY A. J.: Funktionsprüfung der Atmung. *Leipzig 1937.*  
 ATZLER E.,—LEHMANN G.: Anatomie und Fysiologie der Arbeit, *Leipzig 1930.*  
 BABSKIJ J.: Fysiologie člověka i životnych, *Moskva 1941.*  
 BĚLEHRÁDEK J.: Člověk v číslech, *Praha 1942.*  
 BENNINGHOFF A.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, *München—Berlin 1952.*  
 BOROVIANSKÝ L.: Soustavná anatomie, IV., *Praha 1952.*  
 DRASTICH L.: Lékařská fysiologie, *Praha 1942.*  
 DRASTICH L.—HANÁK A.—KARÁSEK F.—PETŘÍK J.: Praktikum lékařské fysiologie, *Brno 1930.*  
 GERARD R. W.: The Body Functions. *New York 1941.*  
 LAUFBERGER V.: Praktická fysiologie, *Praha 1946.*  
 MYERS J.: Vital Capacity of the Lungs. *Baltimore 1925.*  
 MAREŠ F.: Fysiologie III., *Praha 1911.*

- MARTIN R.: Lehrbuch der Anthropologie, *Jena 1928.*  
 PROKOPEC M., SUCHÝ J., TITLBACHOVÁ S.: Antropologické praktikum, II. vyd., *St. ped. naklad., Praha 1965.*  
 RAČLAVSKÝ V.: Funkční vyšetření plic, *Olomouc 1949.*  
 SKLÁDAL J.: K fysiologii úmyslného přerušení dýchání při tuberkulóze plicní, *Brno 1940.*  
 STARKENSTEIN E.: Lehrbuch der Pharmakologie, *Toxicologie und Arzneiverordnung, Leipzig 1938.*  
 WEIGNER K.: Topografická anatomie, 2. vyd., *Praha 1930.*

##### Reviews:

- ARNELT J. H.: Vital Capacity of the Lungs in Middle Age, *Arch. Int. Med. 67, 1129, 1949.* Analyses of Dreyer's Standards. *Am. J. Physiol. 72. : 436, 1925.*  
 BENA E.: Ke studiu fysiologie práce. *Praha 1929.*  
 CHRISTIE Ch. D.—BEAMS A. J.: The Estimation of Normal Vital Capacity with Special Reference to the Effect of Posture. *Arch. Int. Med. 30. : 34, 1922.*  
 DOW P.: The Venous Return as a Factor Affecting the Vital Capacity. *Am. J. Physiol. 127. : 793, 1939.*  
 HAMILTON W. F.—MORGAN A. B.: Mechanism of Postural Changes in Vital Capacity in Relation to Cardiac Dyspnea and the Storage of Blood in the Lungs for Emergencies. *J. Am. Physiol. 97. : 528, 1931.*  
 HAMILTON W. F.—MAYO: Vital Capacity Changes when Body is Immersed in Water. *Am. J. Physiol. 141/3: 51—53, 1944.*  
 HANSSON K. G.: Body Mechanics and Posture. *J. Am. Med. Ass. 128 : 947, 1945.*  
 HITCHCOK F. A.—FERGUSON J. K.: Respiratory and Circulatory Adjustments to the Erect Posture. *Am. J. Physiol. 124. : 1938.*  
 JACKSON C. M.—LEES M.: The Correlation between Vital Capacity and Various Measurements. *Amer. J. Physiol. 87 : 654, 1928-9.*  
 LILJESTRAND G.—WOLLIN G.: Ueber ein Einfluss der Körperstellung auf die Atmung des Menschen. *Skand. Arch. Physiol., 30 : 199, 1913.*  
 LIVINGSTONE J. L.: Variations in the Volume of the Chest with Changes of Posture. *Lancet, 214, 1928.*  
 LUKÁŠOVÁ L.: Vitální kapacita dívek. *Anthropologie, XI., 117, 1923.*  
 MALÝ J.: Vztahy obvodu hrudníku k váze, výšce tělesné a věku. *Anthropologie III: 289, 1925.*  
 MATIEGKA J.: Spirometrické pokusy na pražské mládeži. *Anthropologie I., 1923.*  
 NETUŠIL J.: Poměr kapacity plicní k obvodu hrudníku a výšce tělesné. *Anthropologie III, 276: 1925.*  
 RABINOWITCH J. M.: The Vital Capacity in Hyperthyroidism with a Study of the Influence of Posture. *Arch. Int. Med. 31: 910, 1923.*  
 ROBERTS F. L.—CRABTREE: The Vital Capacity of Negro Children. *J. Am. Med. Ass. 88 : 1927.*  
 SCHNEIDER E. C.: The Vital Capacity of the Lungs at Low Barometric Pressure. *Am. J. Physiol., 100: 426, 1932.*  
 ZOBOLI C.: Der Einfluss der Armhaltung auf die Normal Kapazität im Liegen. *Beitr. Kl. Tbk. 84:288, 1934.*  
 WEIGNER K.: O úkolech tělovýchovného lékaře. *Antropologie XI., 1, 1933.*  
 WILSON W. H.: The Influence of the Posture on the Volume of Reserve Air. *J. Am. Physiol., 64: 54, 1927.*