

# FIEP - BULLETIN

“EDUCATION PHYSIQUE ET LA SCIENCE”

de la Fédération Internationale d'Education Physique (FIEP)



1 1956

26<sup>e</sup> Année

## RÉDACTION

*Rédacteur responsable:* Dr. Med. h.c. Major J. G. Thulin, Sandgatan 14, Lund, Suède. Tel. 105 15.

*Rédacteur:* Major Osvald Kragh, Linnégatan 8 d, Lund, Suède. Tel. 122 30.

*Secrétaire:* Mme Ann-Mari Ivarsson, Sandgatan 14, Lund, Suède.

Pour la *Section Scientifique:* Dr. Erling Asmussen, Gymn.-theor. Laboratorium, l'Université de Copenhague, Danemark.

Pour la *Section Scolaire:* Gymn. dir. Capitaine Klas Thoresson, Gymn. Centr. Inst., Stockholm, Suède.

Pour la *Section Récréative:* Gymn. dir. O. Kihlmark, Administrateur de Svenska Gymn.-förb., Kungsholmstorg 6, Stockholm, Suède.

We begin to print below the replies to the invitation, which we made in Bulletin No. 2, 1955 with views and proposals concerning

### The basis on which to build the Physical Education of School Children

Nous commençons à insérer ici les réponses à l'invitation qui avait été faite dans le Bulletin No 2/1955 à envoyer des propositions et des avis sur la question suivante:

### Les bases sur lesquelles asseoir la culture physique scolaire

Empezamos aquí abajo a imprimir las propuestas de los lectores que pedimos en el Bulletin No. 2/1955, y que tratan de

### Las bases sobre las cuales asentar la cultura física escolar



## 1. Toward a New Era in Physical Education

by Dr. ANTHONY PAPLAUSKAS RAMUNAS

Director of the Centre of Comparative Education, Professor and Chairman, Division of Education, Graduate School of Education and the Institute of Physical Education, University of Ottawa, Research Professor at the University of Montreal, Pedagogical Adviser of the Ministry of Public Instruction of Italy, Editorial Consultant of the International Review of Education published by UNESCO.

Revolutionary changes are taking place in twentieth century school life, the global impact and repercussions of which seem to have far-reaching effects upon the development of contemporary physical education in its manifold manifestations (gymnastics, games, sports, hygiene).

Both in Europe and in the New World, both in the East and in the West, we notice sincere efforts to arrive at a new, all-round, all-inclusive concept of physical education (1).<sup>1</sup> It is justifiable to speak of the New Era in Education (2) as well as of the New Era in Physical Education (3).

On both sides of the Atlantic (4) one feels a refreshing draft of a new age (5).

<sup>1</sup> See Bibliography p. 5.

Sw. Cr. 2: 50 — Engl. sh. 3/9 -- U.S.A. \$ 0.50

In the present article we are going to discern and discuss those basic pedagogical principles which, in our opinion, should underlie the physical education of school youth (6).

It is well known that the principle of totality or integration is one of the key concepts in contemporary pedagogy (7).

Count *Leo Nikolayevich Tolstoy* (1828—1910) and the Swedish educationist *Ellen Key* (1849—1926) were among the first to launch the slogan of contemporary *child-centered* (8) education. E. Key's book, *The Century of the Child* (1900) excited world-wide interest. If the dawn of the twentieth century means the discovery of the child, the period between the two World Wars means a step further. It means the discovery of the *whole* child and his *total education* (9). The modern child study movement culminated (10) in the proclamation (11) of the *Children's Charter* (Washington, D. C., 1930) which was guided by a vision of the total self-realization of the pupil. The emphasis put upon the whole child and his total existence in the environmental setting means a turning point in the history of education and of physical education in particular. Education is now considered as the *development of the whole child for the whole of life*. We see emerging a new concept of physical education which can be expressed in the following formula:

*Education of the whole child through physical education!*

*Education de l'enfant tout entier par les exercices physiques!*

*Gesamterziehung vom Koerper aus!*

Hence physical formation is now defined, interpreted, and discussed in terms of the *total* growth and development of the pupil. Emotional, intellectual, volitional, moral, spiritual, economic, social and civic aspects of physical education are discovered and put into relief. All these pedagogical innovations are in accordance with the basic findings of contemporary *psychosomatic medicine* (12). Therefore it is understandable why all of the teaching and administrative activities concerning the physical education of school children should be motivated and guided by the concept of the total, integrated living of the child. Actually there is a legion of physical educators all over the world who consciously or subconsciously are animated by a new vision of the nature of the child and of school life. To mention only a few of them: H. Balland (13), L. Bisquertt (14), C. L. Brownell (15), C. Cottone (16), L. d'Oliveira (17), H. Groll (18), E. Major (19), E. D. Mitchell (20), J. Recla (21), E. C. Romero Brest (22), P. Seurin (23), S. R. Slavson (24), J. G. Thulin (25), Mário Gonçalves Viana (26), A. R. Wayman (27), J. F. Williams (28).

The second principle which should underlie and guide the physical education for our

schools is that of *individualization or differentiation*. No successful teaching of physical education will be possible without taking into consideration *individual differences* (sexual, developmental, racial etc.) The manifold aspects of this pivotal pedagogical problem are revealed and put into relief in the publications of the following authors or institutions: D. Ainsworth (29), A. Anastasi (30), N. Bayley (31), K. Bookwalter (32), H. Bouchet (33), R. Buyse (34), E. L. Cornell (35), E. Degardin (36), R. T. Dewitt (37), R. Dottrens (38), E. Driftmeier (39), R. Duncan (40), R. S. Ellis (41), A. A. Esslinger (42), P. Frankard (43), F. S. Freeman (44), A. V. Keliher (45), J. Kistler (46), D. M. Miller (47), National Society for the Study of Education (48), R. Yocom (49).

It is with reason that Dr. J. G. Thulin, one of the pioneers of individualized physical training (50), stresses the paramount importance of the individual factors which condition and determine the school work of physical educators (51) Nobody ignores the fact that the newest and most promising pedagogical experiments or explorations (Dalton Plan, Winnetka Plan, Jena Plan) are focussed upon the principle of an individualized teaching process. Everybody who is dealing with education of school youth should be acquainted with such classics as *Gymnastics for Little Children* (J. G. Thulin) and *Individualization of Teaching* (H. Bouchet).

The third principle which should underlie and guide the physical education in our schools is that of *mutual complementarity or interdependence*. The principle of totality is chiefly related to a wholesome, self-controlled, integrated personality of the educand as the *end* of physical education. The principle of individualization is chiefly related to the appropriate methods and psychological procedures of physical education. The principle of interdependence or complementarity is chiefly related to the use of basic means of physical education (*gymnastics, games, sports, hygiene*) and their interrelationship.

There is a disagreement between Europe and America when the question arises: "Physical education with or without gymnastics?" This disagreement is a consequence of misunderstanding. Once we agree that *physical education is the development of the whole child for the whole of life through various bodily activities*, we will also agree that the multiple means of physical education, viz., *gymnastics, games, sports, hygiene*, are not mutually exclusive, but, on the contrary, are interdependent and complementary aspects of one and the same educative process aiming at the total and harmonious self-realization of school youth.

The nineteenth century was a period of an

absolute *independence* of national systems of physical education, while the twentieth century reveals their astonishing *interdependence* and *complementarity*. These revolutionary changes pave the way to international co-operation (52), create a common basis for scientific discussions, and give hope of drafting a universal, world-wide *Charter of Physical Education for school youth* (53). "I think there is at the present time no country and no system that dares affirm that its physical education is the best possible, still less that it is the only correct one, or as we say the only saving one. But all of them have surely *something* which one ought to take into consideration" (54).

We have to state with satisfaction that the three above mentioned and discussed principles concerning the physical education of school children lie at the very basis of the pedagogical objectives and undertakings of FIEP (55), since its beginnings 1923. FIEP bears highly the torch of many-sided, well-balanced integrated physical education for the school youth into the remotest corners of the globe. FIEP stimulates the spirit of educational and scientific research both on national and planetary scales. FIEP makes sincere and real efforts to educate the school youth for international understanding, peace and humanity. Therefore, this institution should be supported by the national Ministries of Education, Universities the world over, the European Movement, Council of Europe, Pan American Union, and UNESCO.

Outstanding physical educators and scholars have been grouped around FIEP, e. g., F. Anderson (Denmark), E. Asmussen (Denmark), H. Balland (France), L. Bisquertt (Chile), J. Coward (Great Britain), T. K. Cureton (USA), L. Dehoux (Belgium), F. Demasure (Belgium), C. Diem (Germany), L. Diem (Germany), A. L. d'Oliveira (Portugal), L. Dufberg (Sweden), I. Eisenhardt (Canada), A. H. Gem (Great Britain), M. Gotta (Italy), A. Govaerts (Belgium), C. Grenier (Canada), C. A. Guzman (Colombia), E. Hansen (Denmark), P. V. Karpovich (USA), O. Kihlmark (Sweden), N. R. Kirsan (Turkey), O. Kragh (Sweden), M. J. Král (Czechoslovakia), E. Lambotte (Belgium), J. G. Lang (Canada), E. Major (Great Britain), C. H. McCloy (USA), K. Paleologos (Greece), G. Pathak (India), D. W. Plewes (Canada), F. N. Punchard (Great Britain), J. J. Rodriguez (Uruguay), E. C. Romero Brest (Argentina), P. Seurin (France), E. E. Simon (Israel), Sir C. Rous (Great Britain), A. S. Steinhaus (USA), M. Stejskal (Finland), J. F. Targa (Brazil), K. A. Thorsson (Sweden), A. Thorson (Sweden), C. Tritremmel (Austria), Mário Gonçalves Viana (Portugal), R. Villalba Rubio (Spain), K. C. Wildt (Germany) etc.

We expect that the FIEP linguistical or cultural units, viz., the Latin (56), the Germanic (57), the Anglo-Saxon (58), etc., will

in the future tighten their links and join their efforts for a more effective promotion of physical education for our school youth. The bilingual countries like Switzerland, Belgium and Canada (59) could here play the role of "bridge-makers".

We hope that Europe will continue in her centuries-old educational and cultural leadership (60).

May Sweden, motherland of the great-souled Ling, be our radiating guiding star toward a new era in physical education!

## Vers une Ere nouvelle en Education physique

par le Dr. A. PAPLAUSKAS RAMUNAS

Directeur du Centre de Pédagogie Comparée, Professeur titulaire de la Chaire de Pédagogie à l'École graduée d'Éducation et à l'Institut d'Éducation physique de l'Université d'Ottawa, Professeur de Recherche à l'Université de Montréal, Conseiller didactique du Ministère de l'Instruction publique d'Italie, Conseiller de la Rédaction de la Revue Internationale de Pédagogie publiée par l'UNESCO

La vie scolaire du XXe siècle est le théâtre de changements profonds dont l'influence et les répercussions semblent grandement affecter le développement de l'éducation physique contemporaine dans ses diverses manifestations (gymnastique, jeux, sports, hygiène).

Que ce soit en Europe ou dans le Nouveau Monde, à l'Est comme à l'Ouest, nous apercevons un effort sincère d'aboutir à une conception compréhensive et synthétique de l'éducation physique (1).<sup>1</sup>

Il est justifiable de parler d'une ère nouvelle en Education générale (2) autant qu'en Education physique (3).

Des deux côtés de l'Atlantique (4) on sent le souffle rafraichissant d'un âge nouveau (5).

Dans le présent article, nous allons discuter les principes pédagogiques fondamentaux qui, à notre avis, devraient guider l'éducation physique de la jeunesse scolaire (6).

On sait bien que le principe de la totalité ou de l'intégration est un des concepts-clefs dans la pédagogie contemporaine (7).

Au XXe siècle, le comte Léon Nicolayevitch Tolstoï (1828—1910) et l'éducatrice suédoise Ellen Key (1849—1926) furent parmi les premiers à lancer la devise de l'éducation centrée sur l'enfant (8). Le livre d'Ellen Key: *le Siècle de l'Enfant* (1900) a provoqué un intérêt mondial. Si l'aube du XXe siècle marque la découverte de l'enfant, la période entre les deux guerres mondiales marque la découverte de l'enfant *tout entier* et de son éducation *intégrée* (9). Le mouvement de l'étude de l'enfant atteint son point culminant (10) dans la proclamation (11) de la *Charte des Enfants* (Washington, D. C.,

<sup>1</sup> See Bibliography p. 5.

1930), inspirée par la vision de l'épanouissement plénier de l'éduquée. L'accent mis sur l'enfant total et son ambiance totale indique un tournant dans l'histoire de l'éducation, et de l'éducation physique en particulier. L'éducation est maintenant envisagée comme le développement de l'enfant entier pour la vie entière. De là émerge une conception nouvelle de l'éducation physique qui s'exprime dans la formule suivante:

*Education de l'enfant tout entier par les exercices physiques!*

Ainsi la formation physique est maintenant définie, interprétée, expliquée dans le sens de la croissance complète, du développement intégral et harmonieux de l'élève. Les divers aspects de l'éducation physique: l'émotionnel, l'intellectuel, le volitif, le moral, le religieux, l'industriel, le social, le civique sont découverts et mis au point. Ces innovations pédagogiques sont en accord avec les découvertes fondamentales de la médecine psychosomatique (12). Voilà pourquoi tous les efforts didactiques et administratifs concernant l'entraînement corporel devraient être motivés et guidés par le concept de la vie et de l'éducation intégrées de l'éduqué. Il y a actuellement, de par le monde, une légion d'éducateurs qui, consciemment ou inconsciemment, sont animés par une vision nouvelle de la nature de l'enfant et de la vie scolaire, en n'en mentionner que quelques-uns: H. Balland (13), L. Bisquertt (14), C. L. Brownell (15), C. Cottone (16), L. A. d'Oliveira (17), H. Groll (18), E. Major (19), E. D. Mitchell (20), J. Recla (21), E. C. Romero Brest (22), P. Seurin (23), S. R. Slavson (24), J. G. Thulin (25), Mário Gonçalves Viana (26), A. R. Wayman (27), J. F. Williams (28).

Le deuxième principe qui devrait servir de base et guider l'éducation physique dans nos écoles est celui de l'individualisation ou de la différenciation. Aucun enseignement efficace en éducation physique ne sera possible sans prendre en considération les différences individuelles (de sexe, de croissance, de race, etc.). Les divers aspects de ce problème pédagogique central sont révélés et clarifiés dans les écrits des auteurs et organismes suivants: D. Ainsworth (29), A. Anastasi (30), N. Bayley (31), K. Bookwalter (32), H. Bouchet (33), R. Buyse (34), E. L. Cornell (35), K. Degardin (36), R. T. Dewitt (37), R. Dottrens (38), E. Driftmeier (39), R. Duncan (40), R. S. Ellis (41), A. A. Esslinger (42), P. Frankard (43), F. S. Freeman (44), A. V. Keliher (45), J. Kistler (46), D. M. Miller (47), National Society for the Study of Education (48), R. Yocom (49).

C'est avec raison que le Dr. J. G. Thulin, un des pionniers de l'entraînement physique individualisé (50), fait ressortir la souveraine importance des facteurs individuels qui conditionnent et déterminent le travail des professeurs d'éducation physique à l'école (51).

Nul n'ignore que les plus récentes et les plus prometteuses expériences et explorations pédagogiques (Dalton Plan, Winnetka Plan, Jena Plan) sont centrées sur le principe de l'enseignement individualisé. Tous les intéressés à l'éducation physique scolaire doivent se familiariser avec les œuvres classiques, telles que la *Gymnastique pour les petits Enfants* (J. G. Thulin) et *l'Individualisation de l'Enseignement* (H. Bouchet).

Le troisième principe qui devrait guider l'éducation physique dans nos écoles est celui de l'interdépendance ou du complètement mutuel. Le principe de la totalité est principalement lié à une conception de la personnalité saine, intégrée, maîtresse d'elle-même, comme but de l'éducation physique. Le principe de l'individualisation est surtout ordonné à l'usage des procédés psychologiques adéquats et des méthodes appropriées. Le principe de l'interdépendance ou du complètement mutuel concerne surtout les moyens fondamentaux en éducation physique (*gymnastique, jeux, sports, hygiène*) et leurs rapports réciproques.

Il existe entre l'Europe et l'Amérique un désaccord au sujet de «Education physique avec ou sans gymnastique». Il s'agit ici d'un malentendu. Si nous sommes d'accord que l'éducation physique c'est le développement de l'enfant entier pour la vie entière par les exercices physiques variés, nous serons aussi d'accord que les multiples moyens en éducation physique: *gymnastique, jeux, sports, hygiène* ne s'excluent pas mutuellement, mais, au contraire, sont les facteurs interdépendants et complémentaires d'un même processus éducatif, orienté vers l'épanouissement intégral et harmonieux de notre jeunesse scolaire. Le XIXe siècle fut l'époque de l'indépendance absolue des systèmes et des courants d'éducation physique, le XXe siècle révèle, d'une façon émerveillante, leur interdépendance et leur rôle complémentaire. Ces changements radicaux préparent la voie à une coopération internationale (52), établissent la base commune pour les discussions scientifiques et font espérer la rédaction d'une *Charte internationale d'Education physique scolaire* (53). «Il n'existe, à l'heure actuelle, aucun pays et aucun système qui ose prétendre que son éducation physique est la meilleure possible, encore moins la seule ou, comme on a l'habitude de dire, la seule 'salutaire'. Mais tous ont certainement *quelque chose* qui vaut la peine d'être conservé et qui pourrait être appliqué avec profit dans d'autres pays» (54).

Nous devons rappeler avec satisfaction que les trois principes d'éducation physique scolaire que nous venons de discuter, constituent le fondement même des buts et des entreprises pédagogiques de F. I. E. P. (55)

depuis ses premières origines (1881). F.I.E.P. porte très haut le flambeau de l'idéal d'une éducation physique multilatérale, bien équilibrée et intégrée pour la jeunesse scolaire jusqu'aux coins du monde les plus reculés. F.I.E.P. active l'esprit de recherche scientifique et éducationnelle sur les plans national et mondial. F.I.E.P. fait des efforts sincères et réels pour éduquer la jeunesse étudiante dans le sens de la compréhension internationale, de la paix et de l'humanité. Voilà pourquoi cet organisme mérite l'appui de tous les Ministères nationaux d'Éducation, des universités du monde entier, du Mouvement Européen, du Conseil d'Europe, de l'Union Pan-Américaine et de l'UNESCO. Les figures les plus saillantes, tant professeurs que savants, sont groupées autour de F. I. E. P.: F. Andersen (Danemark), E. Asmussen (Danemark), H. Bolland (France), L. Bisquert (Chile), J. Coward (Angleterre), Th. K. Cureton (Etats-Unis), L. Dehoux (Belgique), F. Demasure (Belgique), C. Diem (Allemagne), L. Diem (Allemagne), A. L. d'Oliveira (Portugal), L. Dufberg (Suède), I. Eisenhardt (Canada), A. H. Gem (Angleterre), M. Gotta (Italie), A. Govaerts (Belgique), C. Grenier (Canada), C. A. Guzman (Colombie), E. Hansen (Danemark), P. V. Karpovich (Etats-Unis), O. Kihlmark (Suède), N. R. Kirisan (Turquie), O. Kragh (Suède), M. J. Král (Tchécoslovaquie), E. Lambotte (Belgique), J. G. Lang (Canada), E. Major (Angleterre), C. H. McCloy (Etats-Unis), K. Paleologos (Grèce), G. Pathak (Inde), D. W. Plewes (Canada), F. N. Punchard (Angleterre), J. J. Rodriguez (Uruguay), E. C. Romero Brest (Argentine), P. Seurin (France), E. E. Simon (Israël), Sir S. Rous (Angleterre), A. S. Steinhaus (Etats-Unis), M. Stejskal (Finlande), J. F. Targa (Brésil), K. A. Thoreson (Suède), A. Thorson (Suède), Ch. Tritremmel (Autriche), Mário Gonçalves Viana (Portugal), R. Villalba Rubio (Espagne), Kl. C. Wildt (Allemagne), etc., etc.

Nous espérons que les diverses unités linguistiques et culturelles de F. I. E. P.: la latine (56), la germanique (57), l'anglo-saxonne, etc. resserront à l'avenir leurs liens (58) et joindront leurs efforts pour un plus efficace avancement de l'éducation physique de notre jeunesse étudiante. Les pays bilingues tels que la Suisse, la Belgique, le Canada peuvent ici jouer le rôle «des bâtisseurs de ponts» (59).

Nous espérons que l'Europe va continuer sa mission pédagogique et culturelle multiseulaire (60).

Puisse la Suède, patrie du grand maître que fut P. H. Ling, être notre radieuse étoile, nous guidant vers une ère nouvelle en Education physique!

#### BIBLIOGRAPHY

(1) Cf. A. Paplauskas Ramunas, *L'Éducation physique dans l'Humanisme intégral* (Education of the Whole Man through Physical Education). Preface du Dr. R. Normandin, Recteur de l'Université d'Ottawa, 1954, pp. 470-471.

(2) I. L. Kandel, *The New Era in Education, A Comparative Study*. Boston—New York—Chicago, San Francisco: Houghton Prifflin Company 1955.

(3) Cf. A. Paplauskas Ramunas, "Para Renascimento da Educação Física Classica", *Boletim do Instituto Nacional de Educação Física*, Nr. 3-4, 1955, pp. 69-76.

(4) A. Paplauskas Ramunas, "Comparative Education", *Proceedings of the Second Annual Conference on Comparative Education, School of Education, New York University*, April 29, 1955, New York, N. Y. 1955, pp. 47-52.

(5) A. Paplauskas Ramunas, *Modern Philosophies of Education*. Published by the Executive Committee of the Fifth Pan American Congress of Education, 1954, pp. 35-43.

(6) In some countries, e.g. in the United States, there is a real avalanche of literature dealing with this very important subject: American Association for Health, Physical Education, and Recreation, *Children in Focus*. Washington, D. C., 1954. *Physical Education for High School Students*, Washington, D. C., 1955. American Association for Health, Physical Education and Recreation & National Association of Secondary School Principals, Joint Committee, *Administrative Problems in Health Education, Physical Education and Recreation*. Edited by C. L. Brownell. Washington, D. C., 1953. American Association of School Administrators, *Health in Schools*. Washington, D. C., 1951. Ch. A. Bucher, *Administration of School Health and Physical Program*, St. Louis: C. V. Mosby, 1955: *Athletics in Education (The Journal of Educational Sociology)*, New York, February 1955, Special Issue). L. M. Foehrenbach "Modern Dance: an Experience with Junior High Girls", *Journal of the American Association for Health, Physical Education, and Recreation*, Washington, D. C., September 1945, pp. 280-311. G. J. Fox, *Folk Dancing in High School and Colleges*. New York: A. S. Barnes, 1944. W. L. Hughes and E. L. French, *The Administration of Physical Education for Schools and Colleges*. New York: A. S. Barnes, 1954. Iowa Department of Public Instruction, *Physical Education for Girls of Secondary Schools*. Iowa, 1948. E. Jones et al. *Methods and Materials in Elementary Physical Education*. New York: World Book, 1950. J. P. Landers, *A Score Card for Evaluating Physical Education Programs for Physically Handicapped Children*. Washington, D. C., 1945. S. A. McNeely and E. Schneider, *Physical Education in the School Child's Day*. Washington, D. C., U. S. Office of Education, 1950. E. Metheny et al. *Physical Performance Levels for High School Girls*, (*Journal of the American Association for Health, Physical Education, and Recreation*, June 1945, pp. 354-357). National Conference on Physical Education for Children of Elementary School Age, *Physical Education for Children of Elementary School Age*. Chicago: Athletics Institute, 1951. National Education Association, *Educational Policies Commission, School Athletics. Problems and Policies*. Washington, D. C., 1954. N. P. Nielson and W. Van Hagen, *Physical Education for Elementary School*. New York: A. S. Barnes, 1954. *Report of the International Congress on the Essentials of Physical Education for Youth*. Washington, D. C.: American Association for Health, Physical Education and Recreation, 1955. M. A. Rodgers, *Leisure Time Sports for Senior High School* (*Journal of the American Association for Health, Physical Education, and Recreation*, October 1952). D. C. Sehon et al. *Physical Education Methods for Elementary Schools*. Philadelphia: W. B. Saunders, 1948. E. B. Salt et al., *Teaching Physical Education in the Elementary School*. New York: A. S. Barnes, 1942. G. E. Shepard and R. E. Jamerson, *Interscholastic Athletics*. New York: McGraw-Hill, 1953. J. Smalley, *Physical Education Activities for the Elementary School*. Palo Alto, Calif., National Press, 1950. A. D. Stradtman and T. K. Cureton, *Physical Fitness Knowledge for Secondary School Boys and Girls (Research Quarterly)*, Washington, D. C., March 1950, pp. 53-57. E. A. Thomas and H. V. Porter, *National Federation Edition of Track and Field Rules*, Interscholastic Ed. Chicago: National Federation of State High School Athletic Association, 1955. D. B. Van Hagen et al. *Physical Education in the Elementary School*. Sacramento, Calif., State Dept. of Education, 1955. M. Vannier and M. Foster, *Teaching Physical Education in Elementary Schools*. Philadelphia: W. B. Saunders, 1954.

- (7) D. A. Brooks, *The Concept of Integration*. Doctor's Thesis, University of Pennsylvania, 1942. M. E. Cary, *Integration and the High Curriculum*, Doctor's Thesis, Ohio State University, 1937. R. J. Connoles, *A Study of the Concept of Integrations in the Present Day Curriculum Making*. Doctor's Thesis, Catholic University of America, 1937. L. T. Hopkins, *Integration: Its Meaning and Application*, New York, Appleton-Century, 1937. W. J. Rose, "Toward an Integrated Education", *New Era* 25: 28; 1944. M. Smith, *Education and Integration of Behavior*, No. 261, Teachers College, 1927. G. Watson, "an Integrated Curriculum for the Integration of Children from the Standpoint of Psychology", *N. E. A. Proceedings and Addresses* 69: 472-476, 1931.
- (8) Cf. H. O. Rugg, *The Child-Centred School*, New York: World Book Company, 1928. J. L. Childs, *American Pragmatism and Education*. New York; Henry Holt and Company, 1936.
- (9) M. L. Jacks, *Total Education: a Plea for a Synthesis*. London: Routledge and Kegan Paul, Ltd, 1946.
- (10) Cf. A. H. Moehlman and J. S. Roucek, *Comparative Education*. New York: The Dryden Press, 1952, pp. 52-57.
- (11) *White House Conference, Addresses and Abstracts of Committee Reports*. New York: The Century Company, 1931. Cf. also H. C. Lindgren, *Mental Hygiene in Education*. New York: Henry Holt and Company, 1954. M. Almy, *Child Development*. New York; Henry Holt and Company, 1955.
- (12) Fr. Alexander, *Psychosomatic Medicine*; New York; W. M. Norton & Company, 1950. P. Chanchard, *La Médecine psychosomatique*, Paris, Presses Universitaires de France, 1955.
- (13) H. Ballard et L. Grozelier, *La Gymnastique corrective*, Paris, A. Legrand et J. Pertrand, 1946.
- (14) L. Bisquertt, "Una Educacion, sin Educacion Fisica, no es Educacion", *Revista Chilena de Educacion Fisica*, Enero de 1953, pp. 298-300.
- (15) C. L. Brownell, *Physical Education-Foundations and Principles*, New York: Mc Graw-Hill, 1951.
- (16) C. Cottone, *L'Educazione Fisica*, Roma, Instituto Superiore di Educazione Fisica, 1954.
- (17) L. d'Oliveira, *Manual de Ginastica*, Lisboa, Livraria Rodrigues, 1947.
- (18) H. Groll, "Die Leibeserziehung im neuen Oesterreich", *Leibesübungen und Leibeserziehung*, Dezember 1946, pp. 1-4.
- (19) E. Major, "The Wider Aspects of Physical Education", *Congressu Europeu da Federaçao Internacional de Ginastica Ling*, Lisboa, 1947, pp. 250-254.
- (20) E. D. Mitchell and B. S. Mason, *The Theory of Play*, New York: A. S. Barnes, 1948.
- (21) J. Recla, "Leibeserziehung als Kulturfaktor", *Festschrift: Leibeserziehung in der Kultur*, Institut für Leibeserziehung der Universität Graz, 1954, S. 81 ff.
- (22) E. C. Romero Brest, *Essai d'Analyse totale du Probleme de l'Education physique (Premier Congrès latin d'Education physique. Bordeaux, 9-13 Juillet 1952, Bordeaux, Imprimerie Biere)*, 1952, pp. 127-138.
- (23) P. Seurin, *Vers une Education physique méthodique*, Bordeaux, Imprimerie Biere, 1949.
- (24) S. R. Stavson, *Recreation and total Personality*. New York: Association Press, 1948.
- (25) J. G. Thulin, *Gymnastic Handbook*, Lund, Sydsvenska Gymnastik-Institutet, 1947, pp. 1-8.
- (26) M. G. Viana, *Pedagogia geral*, 3a edicao, Porto-Livraria Figueirinhas, 1956, pp. 337-442.
- (27) A. R. Wayman, *Education Through Physical Education*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1931.
- (28) J. F. Williams, *The Principles of Physical Education*, Philadelphia-London: W. B. Saunders, 1950.
- (29) D. Ainsworth, *Individual Sports for Women*, Philadelphia: W. B. Saunders, 1955.
- (30) A. Anastasi, *Differential Psychology*. New York: The Macmillan Company, 1937.
- (31) N. Bayley and R. Tuddenham, *Adolescent Changes in Body Built (Forty-Third Yearbook of the National Society for the Study of Education. Part 1. Chicago University Press, 1944)*.
- (32) K. Bookwalter, "A Critical Evaluation of Some of the Existing Means of Classifying Boys for Physical Education" *The Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education, and Recreation*, December 1942, pp. 512-519.
- (33) H. Bouchet, *L'Individualisation de l'Enseignement*, Individualité des Enfants et son Rôle dans l'Education. Paris, Presses Universitaires de France, 1948.
- (34) R. Buyse, "L'Individualisation du Traitement pédagogique", *Revue belge de Pédagogie*, décembre, 1925 et janvier 1926.
- (35) E. L. Cornell, *The Variability of Children of Different Ages and its Relation to School Classification and Grouping*, University of the State of New York, 1937.
- (36) E. Degardin, *L'Individualisation de l'Education physique*, Miscellaneal, Deurne-Anvers, 1948.
- (37) R. T. Dewitt, *Teaching Individual and Team Sports*. New York; Prentice-Hall, 1953.
- (38) R. Dottrens, *L'Enseignement individualisé*, Actualités pédagogiques et psychologiques, deuxième édition, 1947.
- (39) E. Driftmeier, "Individual Differences in Interests and Physical Traits and Related to High School Girls in Physical Education", *The Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education and Recreation*, March 1933, pp. 198-220.
- (40) R. Duncan, "The Growth and Development Approach", *The Journal of Health Physical Education and Recreation*, March 1951.
- (41) R. S. Ellis, *The Psychology of Individual Differences*, New York; D. Appleton-Century, 1948.
- (42) A. A. Esslinger, "Physical Education", *Encyclopedia of Educational Research*, New York: The Macmillan Company, 1950, pp. 820-835.
- (43) P. Frankard et D. Walckiers, *Individualisation en education physique*, Louvain, Institut d'Education physique de l'Université catholique de Louvain, 1954.
- (44) F. S. Freeman, *Individual Differences*. New York: Henry Holt and Company, 1934.
- (45) A. V. Keliher, *A Critical Study of Homogeneous Grouping*; New York: Teachers College, Columbia University, 1931.
- (46) J. Distler, "A Comparative Study of Methods of Classifying Pupils into Homogeneous Groups for Physical Education", *The Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education and Recreation*, March 1934.
- (47) D. M. Miller, *Individual and Team Sports*, New York: Prentice-Hall, 1953.
- (48) National Society for the Study of Education: Twenty-Fourth Yearbook. Part 11. *Adapting the Schools to Individual Differences*, 1925.
- (49) R. Yocom and R. B. Hunsaker, *Individual Sports for Men and Women*. New York; A. S. Barnes, 1947.
- (50) J. G. Thulin, *Gymnastics for Little Children (6-8 years)*, with a Dictionary of Movements and Daily Lessons. London: "The Ling Physical Education" Association, 1925.
- (51) J. G. Thulin, "Gymnastics as a Means to a Foundation for Physical Education in Schools", *Bulletin de la Fédération Internationale d'Education physique*, No. 1955, pp. 83-95.
- (52) Cf. D. B. Van Dalen, E. D. Mitchell and B. L. Bennett, *A World History of Physical Education*. New York: Prentice-Hall, 1935, pp. 420-521.
- (53) C. H. de Genst, *Histoire de l'Education Physique*, Temps modernes et grands Courants contemporains. Bruxelles, Maison d'Édition. A. De Boeck, 1949, pp. 427-428.
- (54) J. G. Thulin, op. c. p. 91. Cf. also P. Seurin, pp. c. pp. 7-9. L. Bisquertt-Susarte, "Le Professeur d'Education physique et la médecine sportive". *L'Homme Sain*, décembre, 1955, pp. 357-358.
- (55) A. Paplauskas Ramunas, "Au Carrefour", *L'Homme Sain*, juin 1954, pp. 228-230.
- (56) A. L. d'Oliveira, "Projet d'Organisation du Groupe latin de la F. I. E. P.", *L'Homme Sain*, octobre 1955, pp. 309-315.
- (57) Cf. A. Paplauskas Ramunas, "Pedagogie aux Pays de Langue allemande", *Revista Interamericana de Educacion*, Nos. 40-43, septiembrediciembre, 1950, pp. 319-331.
- (58) Cf. A. Paplauskas Ramunas, "Para Renascimento da Educacao Fisica Classica", *Boletim do Instituto Nacional de Educacao Fisica*, Nr. 3-4, p. 74.
- (59) Cf. A. Paplauskas Ramunas, "Comparative Education in the Canadian Universities", *Review of the International Secretariat for Teaching Educational Sciences in Universities*, No. 2, Octobre 1955, pp. 109-117.
- (60) Cf. A. Paplauskas Ramunas, "Die Paedagogische Sendung Europas", *International Review of Education*, 111, 1948-1949, pp. 293-302.

## 2. Ali Delagah, FIEP-Delegate, Teheran, Iran



The meaning of Ph-Ed is to help the production and maintenance of health in body and mind. Ph-Ed includes all activities to gymnastics, games, swimming, dancing, sport, athletics, camps and all forms of exercises to create a healthy way of living. It should be continued at least throughout the whole of the growing period. The exercises have the effect of developing in the children cheerful and joyous spirit together with some qualities of decision, concentration and perfect control of the mind over the body.

It is a method which directs the teacher and pupil to planning and self-direction both

essential for education in a democracy. It is the only way to teach, if you really care about furthering the growth and development of each boy and girl as a person and as a social group member.

Gymnastics are the basic principles of those activities which certainly improve a) the functional efficiency of the internal organs, circulation, nervous system and respiration, b) promotion of a good character, personality, posture and develop strength, quickness and endurance and also improve the function of muscles and the normal mobility of the joints.

Teachers should take children in hand and, exploring their needs and interests, share their findings with them and help them learn about themselves and see what needs they can meet through participation in the programmes.

There are three stages for planning Ph. Ed. First of all the master-plan should include: by whom taught, in what order and the amount of time allotted to each. The second step is choosing the activities to be included in the particular programme; the adaption to the pupils' past experience, ability and interests. The third step involves selection to secure better progression or coordination etc. and the organization for day-by-day teaching.

### Congress of Physical Education, Copenhagen, summer 1957

FIEP's national committee in Denmark is planning an international congress in the summer of 1957 in Copenhagen.

As a subject for discussion it has been thought to choose "The standing, walking and running man". The subject will be illuminated by means of lectures given by experts and ensuing discussions.

### Congrès d'Éducation Physique, Copenhague, été 1957

Le comité national FIEP de Danemark projette un congrès international pour l'été 1957 à Copenhague. On a pensé choisir comme sujet de discussion «L'homme debout, en marche et à la course». Des conférences suivies de discussions seront faites par des experts.

### Cours de la F. I. E. P. en Belgique

— 9—19 Juillet 1956 —

Un très vif intérêt se manifeste pour le Cours qui se déroulera à Chimay. Les organisateurs seront probablement obligés de limiter le nombre de participants.

Le Major Thulin et plusieurs délégués de la FIEP dans les pays latins séjourneront à Chimay pendant le Cours.

Des conférenciers réputés et d'excellents professeurs donneront cours.

Un des attraits particuliers du stage sera l'initiation à la navigation à voile sur le lac de Virelles qui a une étendue de 125 hectares.

Le prix complet du cours (tout compris) est de 1.650 frs. belges.

Pour tous renseignements s'adresser au Secrétaire de la Commission organisatrice, M. Abraham, 6, rue Jonniaux à Bruxelles.

### 3. Project of Reform for the Training of Teachers of Physical Education

(prepared by the "Fédération Française de Gymnastique Educative, F. F. G. E.")

The head committee of the F. F. G. E. has for two years now been preparing a project of reform of the training of teachers of physical education, a project which after having been seriously studied by the departmental sections of the F. F. G. E. and their committees and also by a national committee and by the General Assembly of the F. F. G. E. has been worked out in a detailed plan. This plan has recently been printed and annexed in "L'Homme Sain", No 1, January 1956.

In this plan the introductory chapter treats the *fundamental principles*, and these principles, which express the views of a very important section of French teachers and which are of such great importance for our question, which appeared in the FIEP-Bulletin, No 2/1955, of the problem of basic physical education in schools, we have taken the liberty of giving in extracts in English and Spanish for the benefit of those readers, who have not "L'Homme Sain" at their disposal.

#### "I. Fundamental Principles

Before determining the methods of training a teacher, it is necessary to determine what education ought to be; what its aims are, to which subjects it is applied, what will be the particularly recommended methods, what should be the best practical conditions for investigation.

The above project is developed on the following basic conceptions:

A) *Education* is the combination of actions and influences, which

a) further the natural development of the individual (maturation)

b) contribute to the creation in him of new structures, which tend to make him more and more master of his primitive nature and allow his adaptation into the social milieu

c) ought finally to cause him to realise a certain autonomy, which marks his personality, his individuality and adds an original character to the human type defined by nature and modelled by society. Thus it ought to contribute both to the well-being of the individual and to social progress.

B) *Physical education* is a part of the general system of education, which uses as its principal means physical exercises.

Its aims are:

a) to contribute to the biological adaptation of the individual to the physical milieu: organic psycho-physiological adaptation (health), neuro-muscular adaptation (various tendencies to act)

b) to contribute to his adaptation to the social milieu (psychical adaptation)

c) to contribute to the affirmation of his personality.

Physical exercise (movements conceived for the purpose of exercising) engages the whole personality in its three aspects; corporal, mental and emotional. It is able then to act on the whole personality. Further, it offers, often more than other activities, the possibility to observe and to know the true nature of the pupil. Therefore, it is, if properly utilised, a particularly strong means of education".

(After the two sections C) "*The Teachers of Physical Education*" and D) "*The Milieu*" we reach that section, which has the greatest interest for us at the moment — "*The Techniques*".)

E) *The techniques* of use ought to be determined *only*:

1) by the expediency of physical education, such as we have defined it,

2) by the nature, or rather by the "successive natures" and the needs of the child and adolescent in the different surroundings. Any other purpose and any other conception ought not to be taken into consideration (e.g. the preparation of acrobats and professional sportsmen).

A *rational physical education* is impossible, if one intends to limit oneself to the use of one particular form (sporting exercises or natural exercises or constructed exercises).

It is worth taking into consideration the two following categories of exercises, which are *only the two parts of a whole*;

a) The exercises, the principal aim of which is the physiological and psychical improvement, the general training independent of all immediate problems or adaptation to external circumstances.

These are "exercises of formation", exercises for their own sake, as are Greek, Latin and certain aspects of mathematics in the general education. They facilitate, however, all the future adaptations to milieu;

b) The exercises, which are in the first place determined by a need of adaptation to the material or social milieu (adaptation to the object or to the group). They give a more direct preparation for practical life and they can facilitate considerably social integration.

But it is evident, that they contribute, *used in the right way*, to the biological improvement and to the moral education.

A rational programme of physical education ought to be determined, on a large scale at least, for the various school periods, and taking into consideration the milieux, the relative part of each of these two categories.



It seems logical to give for the whole school an *equal importance* to three forms, which in practice come under the following terminology.

1) *Constructed exercises of localised form* — at the present moment used as “maintenance exercises” and “preparatory exercises”, and which are exclusively exercises of formation.

2) *Natural exercises with open air activities*, which may be classed as exercises of adaptation to the material milieu (although they fulfill other purposes).

3) *Games and sporting exercises*, which may be considered as having a main “social adaptation”, but which can and should attain other ends.

It follows that the future teacher of physical education ought in the course of his training to devote an *equal amount of time and similar energy* to the study of each of these three forms.

F) *The material means* are determined by the necessities of the programme. The opposite is nonsense from the pedagogical point of view. One does not make a programme of physics according to the material which is at one's disposal.

The three basic forms of exercises on the one hand and the pressing necessity of a continuity of educative action on the other, and the fact that during the school year in our climate it is impossible in 50 cases out of 100 to work efficiently in the open air, demand that we devote an equal part to exercises in doors (in gymnasiums, conceived for physical exercises and reserved for physical exercises) and to exercises out of doors (in training grounds and stadiums).

## II. Consequences

The reform of the training of teachers of physical education must be combined with other important reforms:

a) *General Reform of Education*, which will define in particular the rôle and the place of physical education; which will make physical education a reality in the primary school, the most important stage; which will impose tests in physical education on all examinations, tests drawn from an official programme and chosen in a way that they approve not only sporting performances but above all assiduity and endeavour in the daily physical activity.

b) *Elaboration of a general doctrine of physical education and the establishment of an exact programme of exercises.*

This programme will obviously not exclude other exercises (according to the particular necessities of the training) and also to the personality of the master, but it will con-

stitute the *common basis*, which will assure the continuity and efficiency of the educative action in a methodical progression, through all changes of masters and establishments.

c) *Particular Programme of Sporting Equipment*, where stress is put on the satisfaction of our present day's most urgent needs: the construction of halls for physical education in the schools.”

L'article ci-dessus (ci-dessous) «**Projet de Réforme du Professorat d'Éducation Physique**» ayant déjà été publié en français dans le Supplément à «L'Homme Sain», n° 1, janvier, 1956, n'est reproduit dans le FIGL-Bulletin qu'en anglais et en espagnol.

## Proyecto de reforma del profesorado de educación física

(Elaborado por la Federación Francesa de Gimnasia Educativa, F. F. G. E.)

El Comité Director de la F. F. G. E., viene preparando desde hace dos años un proyecto de reforma del profesorado de educación física, el cual después de haber sido estudiado seriamente por las secciones departamentales de la F. F. G. E. y sus comités, por una Comisión nacional e igualmente por la Asamblea General de la F. F. G. E. dá como resultado un proyecto detallado. En estos días, dicho proyecto se imprime y vá anexionado a la revista «L'Homme Sain» (el Hombre Sano), número 1, enero de 1956.

En el capítulo «Introducción» de dicho proyecto se trata de los *principios fundamentales*, y estos principios reflejan el punto de vista de un importante número de educadores franceses. Y siendo de gran actualidad lo que en él se dice para reforzar la cuestión planteada en el FIEP Boletín número 2 de 1955, sobre la educación física fundamental en las escuelas, nos hemos tomado la libertad de extraerlo en inglés y en español en beneficio de aquellos de nuestros lectores que no disponen de la revista «L'Homme Sain».

### «I. Principios Fundamentales

Antes de determinar las modalidades para la formación de un educador, es indispensable precisar lo que la educación debe ser: cuales son sus metas, sobre que clase de sujetos se aplica, cuales serán los medios que se recomienden especialmente, cuales han de ser las condiciones practicas mejores a conseguir.

El presente proyecto se inspira en las concepciones fundamentales siguientes:

A) La *educación* es el conjunto de acciones e influencias que:

a) favorecen el desarrollo natural del individuo (maduración);

b) contribuye a crear en él nuevas estructuras que tienden a hacerlo cada vez más dueño de su primitiva naturaleza y permiten su adaptación al medio social;

c) deben, en fin de sembrocar en la realización de una cierta autonomía que señale su individualidad, su personalidad y añada un carácter original al tipo humano definido por la naturaleza y modelado por la Sociedad.

De ese modo ha de contribuir a un mayor bienestar individual así como al progreso social.

B) La *educación física* es un elemento del sistema general de la educación que utiliza como principal medio los ejercicios físicos.

Tiene como finalidad:

a) contribuir a la adaptación biológica del individuo a su medio físico: adaptación orgánica psico-fisiológica (salud), adaptación neuromuscular (disposición varia a obrar);

b) contribuir a su adaptación al medio social (adaptación psíquica);

c) contribuir a la afirmación de su personalidad.

El ejercicio físico (movimiento concebido para ejercerse) se apodera de toda la personalidad en sus tres aspectos: corporal, mental y afectivo. Por lo tanto permite influir sobre toda esa personalidad. Además, ofrece con frecuencia, más que otras actividades, la posibilidad de observar y conocer la verdadera naturaleza del alumno. Se revela pues, cuando está convenientemente utilizado, como un medio educativo particularmente poderoso.»

(Después de reseñar en dos partes: C) «*El educador físico*» y D) «*El medio*», llegamos a lo que de momento nos interesa más: «*Las técnicas*».)

E) Las *técnicas* a utilizar — por lo tanto a estudiar por el futuro profesor — deben ser *únicamente* determinadas:

1º por las finalidades de la educación física tal y como han quedado precisadas;

2º por la naturaleza (o mejor las «naturalezas sucesivas») y las necesidades del niño o del adolescente en los diferentes medios.

Ninguna otra finalidad y ninguna otra concepción deben ser tomadas en consideración (por ejemplo preparar acróbatas o deportistas profesionales).

Es imposible una *educación física racional* si se pretende utilizarla en una forma particular (ejercicios deportivos, ejercicios naturales o ejercicios contruidos).

Parece sumamente interesante poner de relieve las dos categorías siguientes de ejercicios, que después de todo no son más que *los dos elementos de un todo*:

a) Los ejercicios que tengan como fin principal el mejoramiento fisiológico y psíquico y el entrenamiento general independientemente de toda preocupación inmediata a la adaptación de las circunstancias externas.

Son «ejercicios de formación», ejercicios «para sí», como lo son el griego y el latín y ciertos aspectos de las matemáticas en la enseñanza general. Sin embargo facilitan todas las futuras adaptaciones al medio;

b) Los ejercicios que ante todo sean deter-

minados por una necesidad de adaptación al medio material o social (adaptación al objeto o al grupo). Ellos prepararán mejor a la vida práctica y pueden facilitar poderosamente la integración social del individuo.

Pero además contribuyen evidentemente — *cuando se utilizan convenientemente* — al mejoramiento biológico y a la formación moral.

Un programa racional de educación física, debe fijar, al menos a grandes trazos, para los diferentes períodos escolares y en función del medio, lo correspondiente a cada una de estas dos categorías.

Parece lógico que para el conjunto de la escolaridad, se concede una *importancia igual* a las tres formas bajo las cuales se presentan en la práctica, según la actual terminología:

1º *Ejercicios contruidos de forma localizada*. — Actualmente utilizados sobre todo como «ejercicios de compostura» y «ejercicios preparatorios» y que exclusivamente son «ejercicios de formación».

2º *Ejercicios naturales con las actividades al aire libre*, que pueden clasificarse como ejercicios de adaptación al medio material (aunque consiguen otros fines).

3º *El juego y los ejercicios deportivos* que pueden considerarse como teniendo una predominante «adaptación social» (pero que pueden y deben apuntar a otros fines también).

De todo esto se sigue que el futuro profesor de educación física, debe, a lo largo de su formación, consagrar *el mismo tiempo e iguales esfuerzos* al estudio de cada una de estas tres formas.

F) *Los medios materiales* están condicionados a las necesidades del programa. Lo contrario sería insensato desde el punto de vista pedagógico: no se estable un programa de física en función del material de que dispone el establecimiento.

De una parte las tres formas fundamentales de ejercicios a utilizar, y de otra la imperiosa necesidad de continuidad en la acción educativa y el hecho de que en nuestros años escolares, en nuestros climas, es imposible en el 50 % de los casos trabajar al aire libre eficazmente, impone dar igual importancia a las instalaciones cubiertas (salas de Educación Física, concebidas para la Educación Física y reservadas a la Educación Física) y a las instalaciones al exterior (terrenos para evoluciones y campos).

## II. Consecuencias

*La reforma general de la enseñanza* que ha de definir particularmente el papel y el lugar de la educación física; que como etapa esencial deberá por fin hacer de la educación física una realidad en la Escuela primaria; que impondrá las pruebas de educa-

# DE LA SECTION SCIENTIFIQUE

## Analyse des rapports de grandeur des performances physiques et de la croissance des garçons

Par ERLING ASMUSSEN et K. HEEBØLL-NIELSEN, Copenhague

De même que l'enfant grandit, ses capacités physiques augmentent. Si une partie de cet accroissement est due au simple fait que l'enfant grandit (c'est-à-dire que ses bras et ses jambes s'allongent, que le cœur s'élargit et que les masses musculaires s'amplifient.), une autre partie indépendamment du changement quantitatif varie selon les phénomènes qualitatifs qui se produisent durant la croissance. Dans cette étude nous avons essayé de mesurer certains tests physiologiques exécutés par des enfants à des âges différents en établissant une corrélation avec des caractéristiques purement physiques et anatomiques telles que la taille, la surface corporelle ou le poids (volume). On a espéré de cette façon pouvoir isoler les progrès dans la capacité physique qui découlent du simple fait de la croissance, de ceux qui sont dus à une amélioration qualitative des organes dans le corps en croissance.

### *Hypothèse de travail*

On a supposé que les enfants étudiés âgés de 7 à 17 ans environ forment un groupe d'êtres géométriquement identiques c'est-à-dire que toutes les dimensions linéaires du corps

ción física para todos los exámenes, pruebas sacadas de un programa oficial y que han de ser elegidas de tal forma que no sancionen solamente por la exclusión en las selecciones o las aptitudes deportivas, sino aquilaten estrechamente la asiduidad y la aplicación a las sesiones de educación física.

*Elaboracion de una doctrina general sobre la educación física y establecimiento de un programa preciso de ejercicios.*

Ese programa — estudiado datalladamente por los alumnos-profesores — no excluirá evidentemente la utilización de otros ejercicios, (en función de las necesidades particulares de la enseñanza y también de la personalidad del maestro) pero constituirá el fondo común que permita asegurar la continuidad y la eficacia de la acción educativa en una progresión metódica, a pesar del cambio de maestros y de establecimientos.

*Programa especial de equipo deportivo haciendo gravitar el esfuerzo de realización sobre la satisfacción de las necesidades actualmente más urgentes: la construcción de salas de educación física en los Establecimientos de enseñanza.»*

sont proportionnelles à elles-mêmes chez les petits comme chez les grands enfants.

La validité de cette hypothèse sera discutée par après. Pour le moment il suffit de noter que la variation des rapports linéaires peut être considérée comme négligeable en comparaison des écarts beaucoup plus considérables rencontrés dans les tests fonctionnels considérés.

Se basant sur cette hypothèse d'identité géométrique certains faits doivent en découler de par les lois de la géométrie.

Si une dimension linéaire, par exemple la taille totale, augmente d'un certain pourcentage toutes les autres dimensions, telles que hauteur du tronc, longueur des bras, bras de leviers des muscles etc. augmenteront du même pourcentage, c'est-à-dire proportionnellement à la taille ( $h$ ). Mais toutes les surfaces — telles que surface totale, surface respiratoire des poumons, les surfaces de section des vaisseaux et des muscles etc. croîtront suivant le carré des dimensions linéaires c'est-à-dire suivant le carré de la taille ( $h^2$ ).

Comme la tension maximale qu'un muscle peut produire, est proportionnelle à sa surface de section, la force musculaire devrait varier suivant le carré de la taille.

Finalement tous les volumes et les poids tels que poids total, poids des membres et des organes, volume pulmonaire, volume sanguin etc. doivent varier suivant le cube des dimensions linéaires c'est-à-dire suivant le cube de la taille ( $h^3$ ).

Pour d'autres fonctions telles que hauteur maximale atteinte en saut vertical, vitesse maximale de la course, ventilation pulmonaire, vitesse cardiaque etc., certaines prévisions sont possibles de telle sorte que ces fonctions peuvent être ramenées à des valeurs proportionnelles aux dimensions linéaires.

Une comparaison entre les valeurs actuelles de ces fonctions et les valeurs présumées devrait nous permettre de tirer des conclusions concernant les changements qualitatifs éventuels qui se produisent chez l'enfant en période de croissance.

### *Matériel*

Les enfants étudiés proviennent de deux écoles communales d'une localité située au nord de Copenhague (commune de Gentofte). Dans cette étude nous n'avons testé que des garçons, parce qu'il est un fait établi que les relations âge-poids et âge-taille suivent une courbe comparativement uniforme sans rup-

tures brusques durant l'âge scolaire c'est-à-dire de 7 à 16 ans. (fig. 1 et cf. aussi *Dossing* (1)). Dans des études ultérieures nous nous proposons d'examiner des fillettes du même ordre d'âge et de comparer leurs résultats avec ceux des garçons. Pour donner une base plus large à notre étude nous avons recueilli quelques résultats de garçons d'une école de Stockholm trouvés par *Åstrand* (2). Ces résultats étaient soumis aux mêmes tests que les résultats danois.

Les résultats furent divisés en séries tenant compte du fait que pour la taille chaque gain de 10 cm constituait une nouvelle série. Pour chaque groupe de taille, les valeurs moyennes furent établies et les points résultants furent rassemblés sur papier log-log, la taille se trouvant en abscisse. Comme on le verra, les courbes obtenues de cette façon sont approximativement des droites, c'est-à-dire qu'elles peuvent s'exprimer par la formule

$$\log y = \log a + b \times \log h,$$

où  $h$  est la taille,  $y$  la fonction recherchée,  $a$  et  $b$  des constantes. Cette formule peut aussi s'écrire:

$$y = a \times h^b$$

ce qui représente avec des coordonnées ordinaires une parabole où la constante  $b$  est l'exposant de la hauteur  $h$ . En comparant l'exposant  $b$  avec la puissance présumée de  $h$  qui devrait être en relation avec le rapport, des variations des facteurs inclus dans le test fonctionnel devront être obtenus.

Les facteurs  $\log a$  et  $b$  dans la formule  $\log y = \log a + b \log h$  furent déterminés par la méthode des plus petits carrés des moyennes pondérées de  $\log y$  et de  $\log h$  pour chaque classe de taille.

#### Fonctions étudiées

Celles-ci peuvent être divisées en résultats anatomiques et tests physiologiques.

Parmi les premiers; cinq furent mesurés, ce sont:

la taille, la taille assise, la longueur du tronc (de la chaise à l'hyoïde), le périmètre thoracique (à la hauteur de l'appendice xyphoïde) et le poids corporel, le sujet étant nu.

Les tests physiologiques étaient:

la mesure de la capacité vitale, la force expiratoire et inspiratoire maximale, la ventilation volontaire maximum, la force musculaire (mesurée au niveau des extenseurs des jambes, des fléchisseurs du coude et des fléchisseurs des doigts). On a également mesuré la hauteur maximale atteinte en saut vertical sans élan, la vitesse maximale et l'accélération maximale dans les six premiers mètres d'une courte course sur une surface plane et située à l'intérieur.

En plus de ces tests, certains des résultats

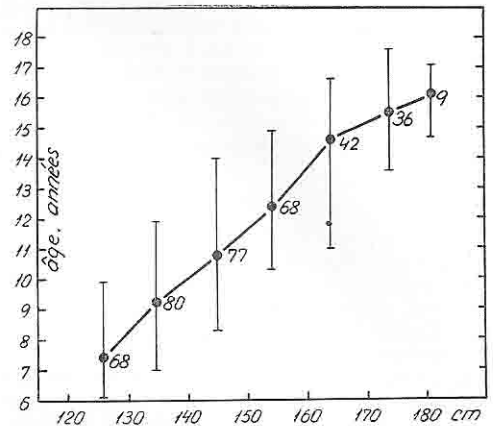


Fig. 1. Age en relation avec la taille chez 400 garçons danois. Les nombres d'individus et de groupes d'âge pour chaque taille sont indiqués.

qu'*Åstrand* a obtenu avec des écoliers suédois, furent traités de la même façon, c'est-à-dire la consommation d'oxygène maximale, la fréquence respiratoire maximale et la fréquence cardiaque maximale. Ces trois mesures ont été effectuées pendant le travail. On a aussi enregistré la vitesse maximale de la course sur le tapis roulant, le sujet étant arrivé au steady-state.

#### Méthode

La taille et le poids furent mesurés sur les enfants nus dans le cabinet médical de l'école. Ces mesures furent réalisées au cm. et au 1/2 kg près. La taille assise, la longueur du tronc et le périmètre thoracique furent mesurés au moyen d'un ruban métrique, les deux premières mesures pendant que l'enfant était assis droit sur une chaise. La capacité vitale fut prise après de nombreux essais et les valeurs maximales furent retenues. L'appareil utilisé était un spiromètre de Krogh bien équilibré. Les valeurs mesurées furent converties en volume à la pression atmosphérique ambiante à 37° C et à saturation de vapeur d'eau. Les forces expiratoire et inspiratoire furent mesurées avec un manomètre à mercure. Afin d'empêcher les sujets d'aspirer ou de pousser au moyen des joues ou de la langue, une bouteille de 1 l. pleine d'air fut placée entre le sujet et le manomètre. Le grand volume de cette bouteille absorbe facilement les petits mais puissants changements de volume qui peuvent se produire par la bouche. La ventilation pulmonaire maximale est déterminée à partir du volume d'air qui pouvait être recueilli dans un sac de Douglas muni d'une soupape en 15 seconde de respiration forcée. Le sac était vidé dans un gasomètre et le volume exprimé en l/min. à la température et la pression de la pièce.

La force musculaire a été mesurée de trois

<sup>1</sup> An English edition of this work appeared in *J. of appl. Physiol.* Vol. 7, p. 593, 1955.

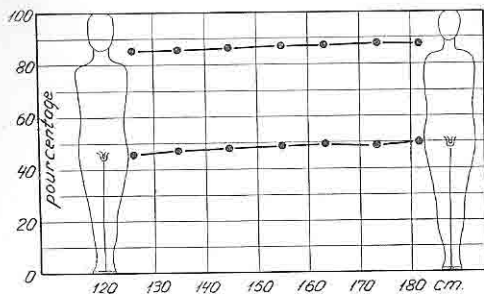


Fig. 2. Proportions linéaires relatives d'environ 200 garçons danois en relations avec la taille.

façons différentes: un dynamomètre était fixé au sol et relié à une barre de fer de 1 inch par un câble de longueur adaptable. Le sujet saisissait la barre de fer des deux mains, fléchissait un peu les genoux et tenait la barre de fer en travers des cuisses. Le fil était tendu et fixé et le sujet réalisait alors une poussée maximale sur la barre en étendant ses genoux, le dos étant maintenu droit. Les fléchisseurs du coude furent mesurés dans une position fléchie à 90° de l'avant-bras. Le fil du dynamomètre décrit précédemment était fixé à une large bande de cuir placé autour du poignet près de l'articulation. Les mouvements des épaules et du coude étaient minimisés par des supports sous le coude et dans le creux axillaire. Finalement les fléchisseurs des doigts furent testés au moyen du dynamomètre à main du type Collin.

La hauteur du saut vertical était mesurée de la façon suivante. Le sujet debout faisait une marque au crayon aussi haut que possible sur un papier fixé au mur. Il sautait ensuite le plus haut possible et il faisait une nouvelle marque sur le papier aussi haut que possible. La distance entre les deux points était la hauteur du saut.

Pour déterminer la vitesse et accélération maximale les sujets couraient pieds nus le long d'un corridor. A 0, 2, 4 et 6 m. des fils étaient suspendus au travers du corridor et étaient connectés à une installation électrique réalisant ainsi un système magnétique inscripteur. Le système magnétique faisait des marques sur un tambour inscripteur en même temps qu'un système vibrant à une fréquence de 100 périodes par seconde. Des temps enregistrés, les vitesses en m/sec. furent calculées pour chaque portion de 2 m., et de l'augmentation de vitesse entre l'espace de 0 à 2 m. à celui de 2 à 4 m. on a déterminé l'accélération. Tous les tests furent réalisés un grand nombre de fois pour permettre au sujet de s'habituer avec cette technique simple et les meilleurs résultats obtenus furent utilisés. Les tests furent réalisés comme de petites compétitions entre les enfants d'un même degré, et des prix pour les vainqueurs sous forme de bonbons en augmentaient l'attrait.

## Résultats et discussion.

Dans la figure 2 les résultats de quelques mesures linéaires réalisées sur 193 garçons sont rassemblées comme étant des pourcentages de la taille. Le graphique prouve que les garçons dans le groupe d'âge étudié ici sont à peu près géométriquement semblables en ce qui concerne leur dimensions linéaires. Les résultats restants ont été utilisés comme nous l'avons décrit sous la rubrique matériel et sont réunis sur du papier log-log constituant les fig. 3—10.

Les fonctions  $y$  étudiées pouvait être représentées de cette façon par une ligne droite répondant à l'équation:

$$\log y = \log a + b \log h.$$

Log  $a$ ,  $a$  et  $b$  sont représentés pour toutes les fonctions étudiées en même temps que leur déviation standard dans le tableau 1. Comme on le voit dans ce tableau les fonctions peuvent être divisées en trois groupes:

- 1°) Des fonctions anatomiques (poids, longueur du tronc, périmètre thoracique).
- 2°) Des fonctions respiratoires et circulatoires (capacité vitale, forces inspiratoire et expiratoire, capacité respiratoire maximale, fréquence respiratoire, consommation d'oxygène maximale et fréquence du pouls pendant le travail).
- 3°) Des fonctions neuro-musculaires (force musculaire, hauteur du saut vertical, vitesse et accélération de la course).

Pour chaque fonction une valeur théorique de  $b$  peut être prévue se basant sur l'hypothèse de la similitude géométrique.

Dans la discussion suivante cette valeur présumée sera comparée à la valeur trouvée expérimentalement, et les raisons possibles de différence seront discutées.

### Fonctions anatomiques

Longueur du tronc et périmètre thoracique (fig. 3).

On devrait s'attendre à une augmentation proportionnelle à la taille de ces deux mesures purement linéaires. Mais comme le prouve le tableau 1 les figures 2 et 3, cette proportionnalité n'est pas complète. Le tronc semble augmenter un peu moins que la taille totale pendant la croissance. La différence est imputable à la croissance assez rapide des jambes qui est en un certain degré compensée par une augmentation plus lente de la hauteur de la tête. Les déviations des valeurs théoriques sont toutefois faibles et les dimensions linéaires semblent raisonnables. Le rapport *longueur du tronc: taille* qui est de 39,5 % pour la taille de 126 cm. diminue seulement jusqu'à 38,7 % à la taille de 181 cm.

Poids (fig. 4).

Dans le groupe d'âge étudié ici (7 à 16 ans) le poids ajouté à la taille peut être représenté par une parabole dont l'équation est:

$$P = 5.655 \times 10^{-5} \times h^{2,684}.$$

Tableau 1. Valeurs pour  $Y = A \times H^b$ .

$y$	$n$	$\log a \pm \varepsilon \log a$	$a \pm \varepsilon a$	$b \pm \varepsilon b$	Valeur théorique de $b$
Longueur du tronc en cm.	207	(0,770 $\pm$ 0,018) - 1	0,588 $\pm$ 0,023	0,920 $\pm$ 0,005	1
Périmètre thoracique en cm.	193	(0,784 $\pm$ 0,016) - 1	0,608 $\pm$ 0,023	0,938 $\pm$ 0,008	1
Poids en Kg.	436	(0,752 $\pm$ 0,014) - 5	(5,655 $\pm$ 0,035) $10^{-5}$	2,684 $\pm$ 0,007	3
Capacité vitale en litres	321	(0,046 $\pm$ 0,028) - 5	(1,111 $\pm$ 0,073) $10^{-5}$	2,493 $\pm$ 0,013	3
Force expiratoire maximale en mm. de Hg	259	1,507 $\pm$ 0,041	32,12 $\pm$ 3,02	0,271 $\pm$ 0,019	0
Force inspiratoire maximale en mm. Hg.	262	(0,574 $\pm$ 0,057) - 1	0,375 $\pm$ 0,050	1,080 $\pm$ 0,026	0
Capacité respiratoire maximale en l/min.	268	(0,312 $\pm$ 0,012) - 2	(0,205 $\pm$ 0,006) $10^{-1}$	1,624 $\pm$ 0,006	3
Ventilation respiratoire max. en l/min.	63	(0,77 $\pm$ 0,538) - 4	(5,88 $\pm$ 9,15) $10^{-4}$	2,35 $\pm$ 0,24	3
Fréquence respiratoire max.	72	3,816 $\pm$ 0,095	(6,55 $\pm$ 1,44) $10^{-3}$	-0,949 $\pm$ 0,044	-1 (?)
Consommation d'oxygène max. pendant le travail en l/min.	68	(0,059 $\pm$ 0,078) - 6	(1,155 $\pm$ 2,07) $10^{-4}$	2,896 $\pm$ 0,035	3
Fréquence max. du pouls pendant le travail	73			0	-1 (?)
Force des extenseurs des jambes en Kg.	202	(0,905 $\pm$ 0,058) - 5	(8,04 $\pm$ 1,08) $10^{-5}$	2,891 $\pm$ 0,027	2
des fléchisseurs du coude en Kg.	192	(0,570 $\pm$ 0,041) - 8	(3,719 $\pm$ 0,352) $10^{-8}$	3,893 $\pm$ 0,019	2
des fléchisseurs des doigts en Kg.	190	(0,258 $\pm$ 0,040) - 6	(1,812 $\pm$ 0,169) $10^{-6}$	3,274 $\pm$ 0,019	2
Hauteur du saut vertical en cm.	264	(0,990 $\pm$ 0,021) - 3	(9,763 $\pm$ 0,047) $10^{-3}$	1,590 $\pm$ 0,010	0
Vitesse max. de la course en m/sec.	187	(0,232 $\pm$ 0,030) - 1	0,171 $\pm$ 0,012	0,677 $\pm$ 0,014	0
Accélération de la course en m/sec.	192	(0,392 $\pm$ 0,090) - 4	(2,467 $\pm$ 0,519) $10^{-4}$	1,858 $\pm$ 0,041	-1

Les valeurs des deux paramètres de l'équation sont, avec les erreurs expérimentales, à peu près identiques aux valeurs trouvées par Dossing (1) sur 5.000 enfants des écoles de Copenhague, et prouvent que notre matériel peut être considéré comme représentatif de la population infantile de Copenhague et de ses environs.

Si l'hypothèse de similitude géométrique était absolument vraie, les poids augmenteraient toujours au cube de la taille. La valeur légèrement inférieure de l'exposant 2,68 prouve que l'augmentation de poids se fait à une plus petite vitesse que celle des dimensions linéaires. La partie la plus importante de ce ralentissement de l'augmentation de poids est probablement due à la croissance des extrémités. Si la relation entre taille et longueur du tronc trouvée précédemment est utilisée, le poids peut être exprimé comme étant:

$$P = 0,588 \times l \cdot Tr.^{2,92}$$

c'est-à-dire que le poids du corps augmente presque proportionnellement au cube de la longueur du tronc. L'augmentation un peu

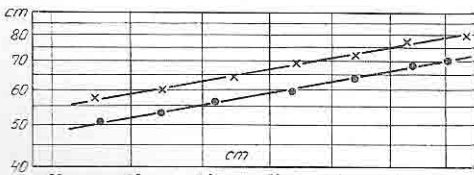


Fig. 3. Longueur du tronc (●) et périmètre thoracique (×) en relation avec la taille.

plus lente du poids corporel comparée à l'augmentation du cube de la taille pendant la croissance a été observée précédemment et exprimée par une petite chute de l'index de Rohrer ( $100 \times P$ )/ $h^3$ . Broman et col. (3) ont trouvé en outre que cet index diminuait de 1,25 chez les garçons suédois âgés de 7 ans à 1,15 chez ceux âgés de 16 ans.

#### Fonctions respiratoires et circulatoires

Capacité vitale (fig. 4).

La relation entre la capacité vitale (C. V.) et la taille s'exprimait par la formule:

$$C. V. = 1.111 \times 10^{-5} \times h^{2,493}$$

Si dans l'équation on emploie la relation existant entre la taille et la hauteur du tronc on peut remplacer la taille par la hauteur du tronc et on obtient l'équation suivante:

$$C. V. = 1.888 \times 10^{-5} \times l \cdot Tr.^{2,709}$$

Au point de vue des dimensions on pourrait supposer que la capacité vitale varie suivant les forces inspiratoire et expiratoire maximales et le volume du thorax. La force de suction maximale de l'inspiration et la pression exercée par l'expiration doivent déterminer le volume d'air qui du fait de ces deux forces entrera ou sortira des poumons. Comme on le verra plus loin les forces respiratoires devraient être indépendante de la taille (proportionnelles à  $h^0$ ) alors que le volume des poumons devrait être proportionnel à  $h^3$  ou peut-être à  $l \cdot Tr.^3$ . La relation:

$$C. V. = 1.888 \times 10^{-5} \times l \cdot Tr.^{2,709}$$

prouve que la capacité vitale augmente moins

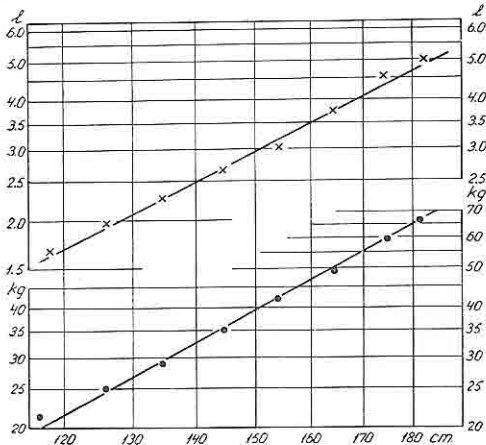


Fig. 4. Poids (●) et capacité vitale (×) en relation avec la taille.

qu'on pourrait le supposer même lorsqu'on ne tient pas compte des forces respiratoires plus fortes que l'on n'avait prévues.

Comme explication probable à ce phénomène on peut dire que le périmètre thoracique n'a pas augmenté dans la même proportion que la longueur du tronc, mais les mesures effectuées ne vérifient pas cette hypothèse (tableau 1). Une autre explication serait que le thorax et les poumons d'enfants plus âgés deviennent plus rigides et de ce fait moins facile à mobiliser.

Les forces inspiratoires et expiratoires maximales (fig. 5).

Les valeurs devraient, en considérant l'hypothèse de la similitude géométrique, être indépendantes de dimensions linéaires du tronc c'est-à-dire être proportionnelles à la taille à la puissance 0. Ceci découle de l'hypothèse que la pression maximale (ou minimale) doit être proportionnelle à la pression exercée par  $\text{cm}^2$  de la surface des poumons. La force musculaire est supposée être proportionnelle à la surface de section des muscles c'est-à-dire aux dimensions linéaires élevées au carré, il en est de même de la surface des poumons. Les résultats des expériences présentes démontrent que la force expiratoire maximale (f.e.) peut être exprimée par l'équation suivante:

$$f. e. = 32,12 \times h^{0,271}$$

et la force inspiratoire maximale (f.i.) par l'équation:

$$f. i. = 0,375 \times h^{1,08}$$

ce qui montre que ces mesures semblent s'accroître plus que ce que l'on aurait pu supposer, la force inspiratoire étant la plus grande. De cette différence il semble logique de supposer que c'est la force des muscles respiratoires

qui diffère, et l'on pourra dire que la surface des poumons augmente de la même façon dans les deux tests.

Si l'on suppose que la surface pulmonaire augmente comme le carré de la longueur du tronc, c'est-à-dire comme  $h^{0,92 \times 2}$  ou  $h^{1,84}$  on trouve qu'en substituant cette expression dans l'équation f.e. ou f.i.  $\propto$  à la force musculaire/surface pulmonaire, la force des muscles expirateurs  $\propto h^{0,27+1,84}$  ou  $h^{2,11}$  et la force des muscles inspirateurs  $\propto h^{1,08+1,84}$  ou  $h^{2,92}$ , c'est-à-dire la force des muscles expirateurs a augmentée à peu près dans les proportions supposées mais que l'augmentation de la force des muscles inspirateurs a été beaucoup plus grande. Si l'on suppose que la surface pulmonaire est proportionnelle à  $\sqrt[3]{V.C. V^2}$  ou à  $h^{2,494 \times 0,67} = h^{1,663}$  on trouve que la force des muscles expirateurs  $\propto h^{0,27+1,66} = h^{1,93}$  et que la force des muscles inspirateurs  $\propto h^{1,08+1,66} = h^{2,74}$  ce qui s'approche à nouveau de très près l'augmentation prévue pour les muscles expirateurs, mais que l'augmentation de la force des muscles inspirateurs est beaucoup plus grande que ce que l'on avait supposé.

Capacité respiratoire maximale (fig. 6).

Cette valeur exprimée en ventilation l/min. s'exprime par l'équation:

$$c. r. m. = 0,205 \times 10^{-1} \times h^{1,624}$$

Se basant sur l'hypothèse de la similitude géométrique on suppose que cette valeur serait proportionnelle aux dimensions linéaires du corps élevées au cube c'est-à-dire  $h^3$ . Ceci dérive du fait que la quantité d'air qui passe dans les poumons en un temps donné doit être directement proportionnelle à la pression intrapulmonaire négative ou positive, au carré de la surface de section des tracts respiratoires et inversement proportionnelle à la longueur des tubes d'air (équation de Poiseuille). Les pressions maximales, négatives ou positives doivent, comme nous l'avons mentionné plus haut, être théoriquement indépendantes des dimensions, mais en fait elles varient respectivement comme  $h^{1,08}$  et  $h^{0,27}$ , et la surface de section des voies aériennes doit être proportionnelle aux dimensions linéaires élevées au carré. Ceci veut dire que la capacité respiratoire maximale varierait comme  $h^{2 \times 2 - 1}$  ou  $h^3$ . Si la durée de l'inspiration et de l'expiration est égale, la quantité d'air qui peut sortir des poumons en 1 min. devrait être proportionnelle à la résistance dans les voies aériennes c'est-à-dire que

$$c. r. m. \propto \text{pression max.} \times \text{résistance}^{-1}$$

Il est raisonnable de supposer que la pression limite de l'inspiration et de l'expiration sera la plus petite des deux facteurs et c'est-à-dire dans le cas présent la force inspiratoire qui varie entre 78 et 98 mm. Hg., alors que la force expiratoire était de 120—136 mm. Hg.

Cette force varierait avec la croissance dans le rapport  $h^{1,08}$ . Si l'on substitue dans l'équation précédente les valeurs observées pour la capacité respiratoire maximale et la force inspiratoire maximale, on trouve que  $h^{1,023} \propto h^{1,08} \times \text{résistance}^{-1}$  et par ailleurs la résistance  $\propto h^{-0,543}$  on obtient que la résistance dans les voies aériennes diminue avec l'augmentation des dimensions linéaires du corps.

Ordinairement la résistance dans un tube dans lequel l'air passe en écoulement laminaire, est proportionnelle à  $l/r^4$  formule dans laquelle  $l$  est la longueur et  $r$  la valeur du rayon du tube (équation de Poiseuille). D'après Rohrer (4) l'écoulement dans des passages aériens rectilignes est toujours laminaire même si la respiration est maximale. Si  $l$  et  $r$  représentent les dimensions des passages aériens, ils augmenteraient avec la croissance comme  $h^1$  mais pour mieux représenter la croissance linéaire de la trachée, des bronches etc. ou en considérer l'augmentation de la longueur du tronc ou de la C. V.  $^{2/3}$  c'est-à-dire respectivement comme  $h^{0,92}$  et  $h^{0,832}$ .

Dans ces cas la résistance dans les passages aériens diminuerait avec l'augmentation de taille comme  $h^{-3}$  ou  $h^{-2,76}$  ou  $h^{-2,104}$ .

La valeur expérimentale  $h^{-0,543}$  est tellement éloignée de ces valeurs que l'on doit conclure que les dimensions linéaires des bronches etc. n'augmentent pas proportionnellement à la taille.

Il est vraisemblable que c'est  $l$  qui se rapproche le plus de la valeur supposée de  $h^1$ , de sorte que c'est probablement  $r$ , valeur du rayon des tubes aériens, qui n'augmente pas proportionnellement à la taille. Ce pourrait être le résultat d'une augmentation du nombre des petites bronches, bronchioles et conduits alvéolaires durant la croissance, de sorte que leur influence sur la valeur du rayon des conduits aériens augmentera lentement. Comme résultat le facteur  $r^4$  de l'équation de Poiseuille n'augmentera pas comme  $h^4$  mais à une vitesse plus faible et dans le cas présent ce sera approximativement comme  $h^{1,54}$ .

Un autre facteur pourrait aussi influencer la résistance à la respiration, c'est le «compliance» des poumons, c'est-à-dire le changement de volume par changement unitaire de pression. Si cette valeur décroît avec la croissance des variations imprévisibles dans la résistance, se produira et qui pourrait expliquer les valeurs trouvées (cf. capacité vitale).

Dans le cas d'un écoulement tourbillonnaire la capacité respiratoire maximale ne varierait pas comme la pression maximale  $\times$  résistance $^{-1}$ . Ceci rendrait la résistance proportionnelle à  $h^{-1,083}$ ; cette valeur est plus proche mais malgré tout encore trop éloignée de  $h^{-3}$ . L'écoulement actuel est probablement un mélange d'écoulement laminaire et tourbillonnaire dû au branchement et au changement de diamètres des conduits aériens (4).

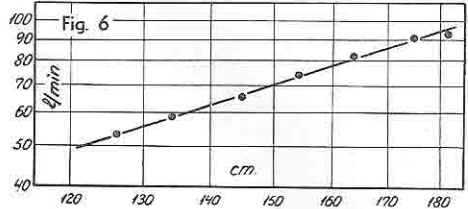
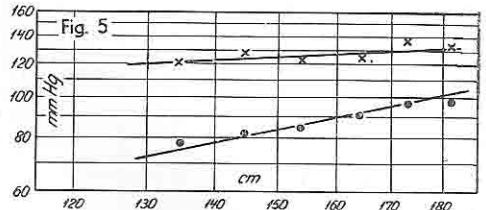


Fig. 5. Forces expiratoire (X) et inspiratoire (●) maximales en relation avec la taille.

Fig. 6. Capacité respiratoire volontaire maximale en relation avec la taille.

La ventilation maximale pendant le travail (fig. 7).

Elle a été analysée en utilisant les résultats d'Åstrand sur 63 garçons âgés de 7 à 18 ans. Cette valeur augmente avec la taille:

$$\text{Vent. max. Tr.} = 5.884 \times 10^{-4} \times h^{2,348}$$

Cette augmentation est un peu plus forte que celle trouvée dans une hyperventilation volontaire, mais comme le prouve la fig. 7 c'est en grande partie dû aux valeurs élevées dans les deux groupes de grande taille.

D'après les résultats d'Åstrand la fréquence respiratoire maximale varie comme: Fr. resp. =  $6,547 \times 10^3 \times h^{-0,949}$ , c'est-à-dire que cette valeur n'est pas loin d'être inversement proportionnelle à la taille. L'air courant maximum peut être déterminé à partir de: Air courant = vent/fr. resp. et on trouve que dans les expériences d'Åstrand cette valeur devient proportionnelle à  $h^{2,348} - (-0,949)$  ou  $h^{3,297}$ , c'est-à-dire près de la taille élevée au cube. Ceci était aussi vrai pour la capacité vitale chez les sujets d'Åstrand ( $h^{3,118}$ ). Åstrand a fait l'observation que l'air courant maximum pendant le travail était de  $0,58 \times C. V.$  avec un coefficient de corrélation de 0,96.

Si l'on compare la ventilation maximale pendant le travail à la consommation d'oxygène maximale à partir des résultats d'Åstrand on verra qu'alors que la ventilation augmente comme  $h^{2,348}$  la consommation d'oxygène maximale augmente comme  $h^{2,896}$ , c'est-à-dire d'une façon plus proportionnelle au poids. En conséquence la ventilation relative en travail maximal: vent. l./cons. O<sub>2</sub>l. diminuera avec la croissance comme  $h^{-0,548}$ . Ceci prouve que la ventilation, tout au moins chez des garçons plus âgés, peut être un des facteurs limitant le travail musculaire; cette conclusion a également été trouvée par Christensen et



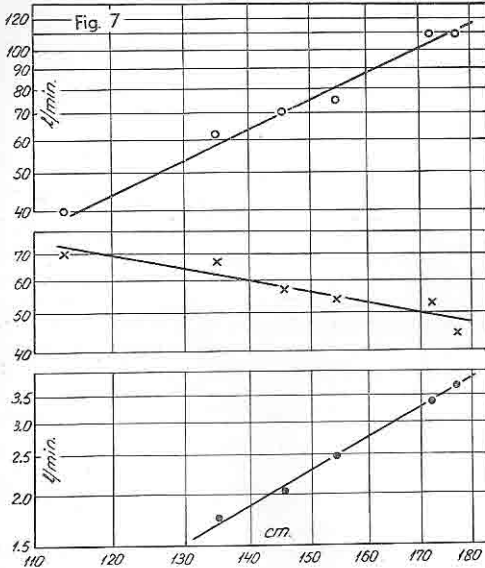


Fig. 7. Consommation d'oxygène maximale (●), ventilation pulmonaire (○), et fréquence respiratoire (×) pendant le travail en relation avec la taille (des résultats d'Åstrand).

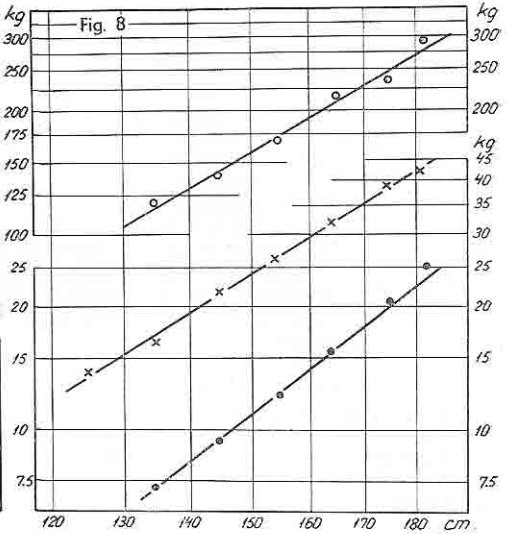


Fig. 8. Force des extenseurs des jambes (○), des fléchisseurs des doigts (×) et des fléchisseurs des coudes (●) en relation avec la taille.

Forbes (5) en ce qui concerne le travail en hautes altitudes et par Nielsen et Hansen en ce qui concerne le travail maximal au niveau de la mer. Cette question a été approfondie par Åstrand. La ventilation maximale relativement plus faible chez les garçons plus âgés est probablement causée par le fait que la diminution de résistance des conduits aériens et des poumons est plus petite que celle trouvée plus haut par les calculs.

#### Fréquence maximale du pouls au cours de l'effort

Au repos tout comme pendant le travail le débit cardiaque est en relation étroite avec le métabolisme (cons. d' $O_2$ ). Le métabolisme de repos est en relation très étroite avec la surface du corps ou approximativement à  $h^2$ . (Une meilleure expression est métabolisme  $\propto$  poids<sup>0,73</sup> — pour littérature et discussion voir Brody (7) —; comme le poids est proportionnel à  $h^3$ , le métabolisme de repos devrait varier comme  $h^{2,19}$ .) De: débit cardiaque = vitesse du pouls  $\times$  volume systolique, et supposant que le débit systolique est proportionnel à  $h^3$  il en découle que la vitesse du pouls de repos diminuerait avec la croissance comme  $h^{-1}$ . Sutliff et Holt (8) ont trouvé que la vitesse du pouls à l'âge de 6 ans est de 88 et à l'âge de 16 ans il est de 68 mais la taille des enfants n'est pas donnée.

Pendant le travail la différence artériovéneuse de l'oxygène augmente, mais il semble exact de supposer qu'elle augmente dans les mêmes proportions chez les petits et chez

les grands garçons, c'est-à-dire au environ de 15 volume%. Dans ce cas le débit cardiaque, qui est la consommation d'oxygène/la différence d'oxygène artériovéneuse varierait proportionnellement à la consommation d'oxygène maximale.

Dans les résultats d'Åstrand cette dernière est: la consommation d' $O_2$  maximale =  $1,145 \times 10^{-4} \times h^{2,896}$ , c'est-à-dire qu'elle est très près d'être proportionnelle au cube des dimensions linéaires ou au poids.

De l'équation débit cardiaque = débit systolique  $\times$  fréquence du pouls, supposant que le débit systolique est aussi proportionnel à  $h^3$  durant le travail maximal, il découle que la fréquence du pouls pendant le travail maximal serait indépendante de la taille et proportionnelle à  $h^0$ . Les résultats d'Åstrand prouvent actuellement que la fréquence maximale du pouls pendant le travail était pratiquement la même pour tous les enfants examinés dans la catégorie des enfants de 4 à 18 ans et atteignait environ 200 battements/minute. Comme on pourrait s'attendre à ce que la valeur théorique de la fréquence maximale du pouls varie comme  $h^{-1}$ , les découvertes d'Åstrand permettent de croire que chez les plus petits enfants ce n'est pas le cœur en lui-même qui limite la capacité de travail — les jeunes enfants pourraient être théoriquement capable d'augmenter leur fréquence cardiaque encore plus que des garçons plus grands — mais plutôt certains facteurs qui varient approximativement comme  $h^3$ . Ces facteurs peuvent être:

10) La masse musculaire qui doit déterminer la quantité d'oxygène qui peut être utilisée.

20) Le volume sanguin (hémoglobine totale) qui doit déterminer la quantité d'oxygène qui peut être transportée. *Åstrand* a démontré qu'il y avait une corrélation excellente (0,97) entre hémoglobine totale et la consommation d'oxygène maximale et se reporte à des recherches antérieures parmi lesquelles *Kjellberg* et ses collaborateurs (9) qui corroborent ces résultats, mais il est peu logique d'accuser un seul facteur de limiter la capacité de travail (cf. aussi discussion sur ventilation maximale), étant donné que plusieurs facteurs doivent entrer en jeu en même temps pour obtenir un résultat optimum.

### Fonctions neuro-musculaires

#### La force musculaire

Comme nous l'avons mentionné précédemment cette fonction a été déterminée de trois façons différentes, c'est-à-dire la poussée maximale que pouvait exercer les extenseurs des jambes, la poussée maximale que le sujet pouvait effectuer pendant une flexion statique de l'avant-bras, et la pression maximale exercée par la fermeture de la main. Théoriquement ces tests devraient donner des valeurs qui seraient proportionnelles à la surface de section des muscles c'est-à-dire à  $h^2$ . Les bras de leviers des muscles et des charges étant des dimensions  $h^1$  s'annulent. Les résultats expérimentaux (tableau 1 fig. 8) étaient: force des extenseurs des jambes =  $8,04 \times 10^{-5} \times h^{2,891}$ , force des fléchisseurs des doigts =  $1,812 \times 10^{-6} \times h^{2,974}$ , force des fléchisseurs du coude =  $3,719 \times 10^{-8} \times h^{3,893}$ .

Dans les trois cas il est évident que la force musculaire augmente plus que la valeur présumée d'après l'hypothèse de la similitude géométrique. L'augmentation est toutefois fortement différente pour les trois groupes musculaires testés, mentionnons encore que la force des muscles provoquant l'expiration forcée, calculée comme on l'a noté précédemment est  $\propto h^{1,93}$ , et que la force des muscles provoquant l'inspiration forcée par conséquent la force musculaire pendant l'inspiration est  $\propto h^{2,74}$ .

Apparemment seuls les muscles actifs pendant l'expiration maximale suivent les règles de la nécessité géométrique, alors que la puissance des autres groupes musculaires augmente plus que les valeurs prévues lorsque l'enfant grandit. La raison de cet excès d'augmentation dans la puissance musculaire peut être due à deux raisons:

10) Une augmentation relativement plus grande des groupes musculaires, ce qui revient à dire une augmentation supplémentaire du nombre ou de la grosseur des fibres musculaires et par conséquent de la surface de section des muscles.

20) Des changements qualitatifs du muscle,

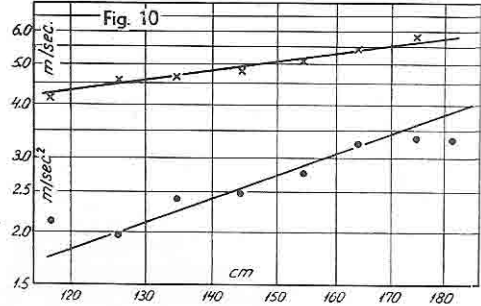
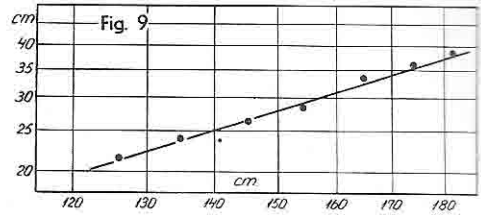


Fig. 9. Hauteur du saut vertical en relation avec la taille.

Fig. 10. Accélération et vitesse maximale de la course en relation avec la taille.

de sorte qu'en vieillissant le même poids de musculature pourrait produire une tension plus forte. La première hypothèse est réfutée par le fait qu'une augmentation de la masse musculaire suffisante pour produire une augmentation de force tellement grande que celle que nous avons enregistrée, se traduirait par une augmentation supplémentaire du poids corporel. Mais comme nous l'avons mentionné précédemment, le poids augmente même moins que la valeur à laquelle on pourrait s'attendre avec l'augmentation de la taille (en effet il augmente comme  $h^{2,98}$  au lieu de  $h^3$ ). La surface de section des muscles calculée à partir de la relation Poids/Taille serait proportionnelle à  $h^{1,79}$ , c'est-à-dire une valeur même plus faible que la valeur théorique  $h^2$ .

C'est pourquoi il semble raisonnable de supposer que l'augmentation supplémentaire de force mesurée est due à des changements qualitatifs, ces changements peuvent être dus à des changements dans la fibre musculaire elle-même ou ils peuvent être nerveux provoquant une meilleure aptitude à pouvoir mobiliser volontairement les muscles lorsque l'enfant grandit.

Les deux possibilités doivent être considérées, mais il n'est pas facile de déterminer leur importance relative. Les groupes musculaires rangés dans un ordre croissant suivant leur augmentation de force relative (c'est-à-dire les muscles expirateurs, les muscles inspirateurs, les extenseurs des jambes, les fléchisseurs des mains et les fléchisseurs des coudes) se retrouvent dans le même ordre si

nous les classons suivant leur usage journalier. Se pourrait-il que les muscles respiratoires et les muscles des jambes supportant le poids du corps soient mieux développés lorsque l'enfant est plus jeune que ne le sont les muscles des doigts pour ne pas parler des fléchisseurs du coude? Dans ce cas l'augmentation supplémentaire de la force pendant la croissance pourrait être expliquée comme étant le résultat d'une meilleure maîtrise du système neuro-musculaire chez les enfants plus âgés, aidé éventuellement par un développement musculaire meilleur, c'est-à-dire par une augmentation dans le rapport: fibres musculaires/tissus de liaison, dans les muscles des garçons plus âgés.

La grande augmentation supplémentaire de la force musculaire avec l'augmentation de taille s'oppose aux résultats d'Åstrand, qui trouve chez des garçons (8—18 ans) que la consommation d'oxygène maximale par kilo du poids corporel est pratiquement constante (56—59 ml./min. par kilo). L'explication est probablement que la consommation d'oxygène maximale est comme nous l'avons mentionné plus haut, dépendante de la vitesse de la circulation du sang ou de l'hémoglobine, et ceci a été démontré être en corrélation étroite avec le volume sanguin (ou l'hémoglobine); c'est-à-dire approximativement à  $h^3$ .

#### Hauteur du saut vertical

La hauteur,  $j$ , du saut vertical est déterminée par la formule  $j=v^2/2g$  dans laquelle  $v$  est la vitesse du centre de gravité du corps au moment où il quitte le sol et  $g$  l'accélération due à la pesanteur. Mais  $v=a \times t$  où  $a$  est l'accélération due aux forces musculaires,  $f$ , agissant vers le haut sur le corps, et  $t$  le temps durant lequel ces forces agissent. Ce temps,  $t$ , peut être écrit  $t=2l/v$  où  $l$  est la distance verticale au cours de laquelle  $f$  agit, et  $v/2$  est la vitesse moyenne obtenue en ce temps.

En substituant on obtient

$$v = a \times 2l/v \text{ et } v^2 = a \times 2l; \text{ et comme} \\ a = f/m \text{ où } m = \text{la masse du corps} \\ j = (f \times 2l) / (m \times 2g) = (f \times l) / P,$$

formule dans laquelle  $P$  est le poids ( $m \times g$ ) du corps.

En supposant que  $f$ , la force musculaire est proportionnelle à la surface de section des muscles ou aux dimensions linéaires élevées au carré, comme  $l$  doit être proportionnel aux dimensions linéaires et  $P$  à celles-ci au cube, on arrive à la conclusion que  $j$ , la hauteur du saut à la verticale, devrait être indépendant des dimensions du corps; ou en d'autres termes que les petits et les grands garçons devraient être à même de sauter la même hauteur. Les résultats expérimentaux prouvent qu'il n'en est pas ainsi: ces résultats (fig. 9) sont représentés par une ligne droite dont la pente est l'exposant dans l'équation  $j=9,736$

$\times 10^{-3} \times h^{1,59}$ . Cette équation prouve que la hauteur du saut à la verticale augmente considérablement avec l'augmentation de la taille. Ceci est dû en partie au fait que le poids ( $P$ ) n'augmente pas comme le cube de  $h$  mais comme  $h^{2,68}$ , et en partie surtout au fait que la force musculaire ( $f$ ) augmente considérablement plus fort dans le rapport de  $h^2$ .

Si les valeurs trouvées pour  $P$  et  $j$  sont substituées dans l'équation  $j=(f \times l)/P$  on trouve que la force  $f$  des muscles qui sont actifs dans le saut à la verticale peut s'écrire  $f \propto h^{3,27}$ ; c'est-à-dire que la force des muscles engagés a augmenté plus que ce que l'on avait supposé à partir de l'hypothèse de la similitude géométrique et qu'elle correspond dans une certaine mesure à une partie de l'augmentation trouvée par des mesures directes de la force (voir paragraphe précédent).

Accélération et vitesse de la course  
Théoriquement l'accélération,  $a$ , devrait varier inversement aux dimensions linéaires parce que  $a=f/m$  dans laquelle  $f$  est la force musculaire et  $m$  la masse. En valeur absolue ceci donne  $a \propto h^2/h^3$  ou  $h^{-1}$ . Les accélérations, déterminées comme on l'a montré dans le chapitre «Méthode», ne diminueraient pas avec l'augmentation de la taille. Comme le montre la table 1 et la figure 10, l'accélération augmente avec la croissance parce que l'accélération  $= 2,467 \times 10^{-4} \times h^{1,855}$ . Et aussi dans ce cas-ci l'augmentation plus grande peut être ramenée à une augmentation supplémentaire de la force musculaire, et lorsqu'on substitue  $P$ ,  $h^{2,68}$ , à la masse, l'équation ci-dessus nous donne  $f \propto h^{1,54}$  ce qui est une augmentation de loin supérieure à celle prévue.

La vitesse maximale de la course peut être calculée à partir de l'équation:  $f \times l = \frac{1}{2}mv^2$  dans laquelle  $f$  est la force musculaire,  $l$  la distance pendant laquelle elle agit,  $m$  la masse et  $v$ , la vitesse,  $= \sqrt{(2f \times l)/m}$  et en tenant compte des dimensions  $v \propto \sqrt{(2 \times h^2 \times h)/h^3}$  ou  $h^0$ . En d'autres mots, au démarrage la vitesse maximale de la course devrait être indépendante de la taille. Les vitesses observées, mesurées entre le 4ème et le 6ème mètre de la course, lorsque la vitesse à quasi atteint une valeur de steady-state, pourraient être exprimées par l'équation: vitesse maximale de la course  $= 0,171 \times h^{0,677}$  (fig. 10), c'est-à-dire que la vitesse augmente à ce moment avec la taille. Si on remplace  $m$  par l'expression  $P=h^{2,68}$  dans l'équation ci-dessus on peut trouver que  $f$ , la force musculaire, est  $f \propto h^{3,088}$ ; ce qui est une valeur beaucoup plus considérable que la valeur présumée, mais pas plus grande que celle calculée à partir de l'accélération.

Dans les expériences d'Åstrand la vitesse maximale de la course en steady-state était  $v \propto h^{0,766}$ , ce qui n'est pas loin de la valeur actuelle de  $h^{0,677}$ . La force musculaire calculée à partir des expériences d'Åstrand serait  $f \propto h^{3,21}$ .

Tableau 2

Muscles	b	f déterminé à partir
Muscles expirateurs	1,93	$f.e. \sim \frac{f}{3 \sqrt{C.v.^2}}$
↳ inspireurs	2,74	$f.i. \sim \frac{f}{3 \sqrt{C.v.^2}}$
Fléchisseurs des doigts	3,274	Mesures directes
Fléchisseurs du coude	3,893	»
Extenseurs des jambes	2,891	»
Muscles des jambes (course)	3,04	vitesse $\sim \sqrt{f \times h/P}$
Muscles des jambes (saut)	3,27	hauteur du saut $\sim \frac{f \times h/P}{g}$
Muscles des jambes (accélération dans la course)	4,54	accélération $\sim f/P$

### Conclusions

Il apparait du tableau 1 qu'un petit nombre seulement des fonctions testées se comportent comme on l'avait supposé, à partir de l'hypothèse de la similitude géométrique.

Une partie de ce désaccord est dûe évidemment au fait que les petits et les grands garçons ne sont pas réellement géométriquement identiques (voir longueur du tronc, périmètre thoracique et le poids). Mais même lorsqu'on tient compte de ces considérations, le désaccord est frappant dans beaucoup de tests. Dans certains cas, les valeurs trouvées se rapprochent plus des valeurs théoriques si la longueur du tronc est substituée à la taille (par exemple poids et capacité vitale) et dans certains tests de la fonction pulmonaire une proximité plus grande aux valeurs présumées

est trouvée si  $\sqrt[3]{C.V.}$  est utilisée au lieu de la taille (par exemple la force expiratoire maximale). Mais même avec de telles corrections il demeure que dans pratiquement tous les tests où la force musculaire joue un rôle, il apparaît une augmentation plus forte par rapport à la taille que ce que l'on aurait pu supposer. Comme les écarts des valeurs purement anatomiques (c'est-à-dire dimensions linéaires, surfaces, poids, volume pulmonaires, masses musculaires etc.) sont relativement faibles, les grandes différences trouvées doivent être causées par des changements qualitatifs dans le système neuro-musculaire, se développant parallèlement à la croissance dans les trois dimensions. Ces écarts sont clairement illustrés dans la relation entre la taille et la force musculaire, la dernière étant déterminée directement ou indirectement à partir des tests fonctionnels. Dans le tableau 2 on a classé les puissances de la taille qui sont proportionnelles à la force maximale des différents muscles à différentes épreuves.

Comme on le voit à partir du tableau 2, la puissance de la taille, à laquelle la force musculaire est proportionnelle pendant la croissance, varie dans de larges proportions.

Les muscles expirateurs uniquement varient approximativement comme on l'avait supposé. Toutes les autres synergies augmentent en force beaucoup plus que ce que l'on aurait pu supposer à partir de l'hypothèse de la similitude géométrique. Le plus frappant est la différence de la force des muscles des jambes. Lorsque celle-ci est déterminée au moyen de 4 tests différents, les résultats varient de  $h^{2,89}$  à  $h^{2,04}$ , quoiqu'il soit probable qu'il s'agisse des mêmes muscles (entre autres les extenseurs des jambes) qui jouent un rôle prédominant dans tous ces tests.

Ce désaccord entre les valeurs trouvées dans les mêmes groupes musculaires effectuant des travaux différents peut expliquer le phénomène. Il est manifeste que les différences doivent être imputées à des changements qualitatifs du système moteur, et le fait qu'ils sont différents dans des situations différentes montrent que des changements dans le système nerveux sont la raison de grandes variations.

On a trouvé chez des rats en période de croissance que le pourcentage de cellules dans les tissus musculaires augmente avec l'âge (10) d'à peu près 60 % à l'âge de 15 jours jusqu'aux environs de 85 % à 90 jours.

Mais ceci et d'autres changements dans la cellule musculaire même ne peuvent pas expliquer les différentes augmentations de force trouvées comme dans le saut vertical et la course. Si par contre on suppose que l'habileté de mobiliser ses muscles dans un effort maximal augmente avec l'âge, alors les résultats différents peuvent être expliqués en supposant que certains tests demandent plus d'habileté et une meilleure coordination que d'autres. Lorsque les relations de la force musculaire sont comparées à l'augmentation des exposants de h dans l'équation  $f \sim a \times h^b$ , il est démontré que la force augmente avec l'âge plus dans les tests d'accélération que dans les autres tests, l'ordre étant (voir tableau 2) simple extension des jambes, course en steady-state, saut vertical, course pendant sa phase initiale.

Cet ordre suggère que l'habileté nécessaire pour effectuer des efforts maximaux augmente dans le même ordre, et que cette aptitude ou habileté à la coordination augmente avec l'âge. La même augmentation dans des exercices coordonnés peut entrer en ligne de compte pour des augmentations plus grandes que celles présumées de la force des fléchisseurs des doigts, des coudes et pour la différence entre ces deux mouvements. En conclusion on peut établir que la force musculaire augmente durant la croissance plus que la valeur que l'on aurait pu supposer à partir de l'augmentation anatomique de la taille, et il semble raisonnable de supposer que cette augmentation qualitative est dûe à une habileté accrue lors de l'effort maximal causée par la maturation du système nerveux.

Cette augmentation peut entrer en ligne de

compte pour la plupart des augmentations supplémentaires observées dans les exécutions. Chez des garçons entre les âges de 7 et 16 ans, les poids et les volumes augmentent moins avec l'âge que ce qui était supposé à partir de l'hypothèse de la similitude géométrique; la force musculaire augmente plus vite et la différence est la plus grande dans les synergies demandant une forte coordination motrice.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. *Dossing, J.* Determination of Individual Normal Weights of School Children. Copenhagen: Munksgaard, 1952.
2. *Åstrand, P.-O.* Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age. Copenhagen: Munksgaard, 1952.
3. *Broman, B., G. Dalberg and A. Lichtenstein.* Acta Paediat. 30: 1, 1942.
4. *Rohrer, F.* Pflüger's Arch. ges. Physiol. 162: 225, 1915.
5. *Christensen, E. H. and W. H. Forbes.* Skand. Arch. Physiol. 76: 75, 1937.
6. *Nielsen, M. and O. Hansen.* Skand. Arch. Physiol. 76: 37, 1937.
7. *Brody, S.* Bioenergetics and Growth. New York: Reinhold, 1945, Ch. 13 and 17.
8. *Sutliff, W. D. and E. Holt.* Arch. Int. Med. 35: 224, 1925.
9. *Kjellberg, S. R., U. Ruhde and T. Sjöstrand.* Acta physiol. scandinav. 19: 152, 1949.
10. *Hines, H. M. and G. C. Knowlton.* Proc. Soc. Exper. Biol. & Med. 42: 133, 1939.

#### Résumé

Se basant sur l'hypothèse de la similitude géométrique entre les petits et les grands garçons plus âgés, certaines fonctions devraient varier avec la croissance d'une façon prévisible; le poids et le volume à la troisième puissance et la force à la deuxième puissance des grandeurs linéaires.

Dans un groupe expérimental constitué d'environ 400 écoliers danois âgés de 7 à 17 ans on a fait une série de tests et de mesures. Les résultats furent rassemblés en groupes correspondants à une augmentation de 10 cm. de la taille ( $h$ ), classés et rassemblés sur du papier log-log. Les courbes qui épousent le mieux les résultats sont les lignes droites et les fonctions étudiées pouvaient par conséquent être exprimées par la formule générale  $y = a \times h^b$  dans laquelle  $a$  et  $b$  sont des constantes qui peuvent être déterminées.

Lorsque  $b$  est comparé aux valeurs présumées de l'exposant de  $h$ , il est possible de distinguer entre cette augmentation de la capacité physique avec la croissance ceux étant dus à la croissance seule et ceux qui dépendent entre autres d'un changement qualitatif des organes du corps en croissance. Les résultats sont discutés et il est démontré que principalement toutes les fonctions qui dépendent de l'effort musculaire maximal augmen-

tent, comparés à la taille, beaucoup plus vite que celles prévues. Les résultats démontrent le fait qu'une habileté accrue de la mobilisation et de la coordination des muscles du corps est la cause d'un accroissement rapide des capacités physiques des écoliers.

Nous sommes grandement reconnaissants à Monsieur P. Rosenfalck de l'aide qu'il nous apporta pour établir les statistiques et pour les critiques fort utiles qu'il fit du manuscrit.

Nous remercions aussi Monsieur le Directeur de l'école communale de Gentofte, ses professeurs et ses élèves de leur aimable collaboration qui nous permit de réaliser ce travail.

#### Summary

On the assumption of geometrical similarity between young and older boys, certain functions should be expected to change with growth in a predictable way; e. g., weight and volumes as the third power of the linear dimensions, strength as the second power, etc.

In an experimental group consisting of about 400 Danish school boys aged 7 to 17 a series of tests and measurements has been made. The results were split up in groups corresponding to 10-cm increases in body height, ( $h$ ), averaged and plotted on log-log paper. The curves best fitting the results appeared to be straight lines, and the functions studied consequently could be expressed on the general formula  $y = a \times h^b$ , in which  $a$  and  $b$  are constants that can be determined.

When  $b$  is compared to the predicted value of the exponent of  $h$ , it is possible to distinguish between such increases in physical capability with growth as are due to growth alone and such as are due besides to a qualitative change in the organs of the growing body. The results are discussed, and it is pointed out that especially all functions that depend on maximum muscular exertion increase with height at a much greater rate than predicted. The results point to the fact that an increasing ability to mobilize and coordinate the muscles of the body is the reason for the rapidly increasing physical capability in school boys.

We are greatly indebted to Mr. P. Rosenfalck for help with the statistics and for valuable criticism of the manuscript.

We also want to thank the school authorities, as well as the principals, the staffs and the pupils of the schools in Gentofte Kommune, for kind cooperation while collecting the data.

#### Resumen

Basándose sobre la hipótesis de la similitud geométrica entre los niños grandes y pequeños, ciertas funciones deberían variar con el crecimiento de una manera previsible; el peso y el volumen a la tercera potencia y la fuerza a la segunda potencia de las dimensiones lineales.

En un grupo experimental constituido aproximadamente por unos 400 escolares daneses de 7 a 17 años, se han hecho una serie de test y de medidas. Los resultados se