

Zeitschrift: Jeunesse et sport : revue d'éducation physique de l'École fédérale de gymnastique et de sport Macolin
Herausgeber: École fédérale de gymnastique et de sport Macolin
Band: 34 (1977)
Heft: 5

Rubrik: Recherche, entraînement, compétition

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 11.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Amélioration de l'aptitude physique chez le sujet sédentaire adulte

Prof. J.-R. Lacour
Laboratoire de Physiologie U.E.R. de Médecine
F 42100 Saint-Etienne

Prof. R.-O. Malmberg
Département de Physiologie Clinique
Université de Lund/Suède

Travail original paru dans
«Médecine du Sport», T. 51, 1977, No 1
Publication dans «Jugend und Sport»/
«Jeunesse et Sport» avec l'aimable autorisation
de la Rédaction et la Direction de Médecine
du Sport, Paris

Au cours de ces dernières décennies, l'utilisation par l'Homme de sa propre énergie musculaire a eu tendance à diminuer dans les sociétés industrielles. Ceci s'est donc traduit par une réduction du métabolisme énergétique et ce phénomène n'a été que partiellement compensé par l'allongement de la durée de veille liée à l'amélioration du confort¹¹. Pendant cette même période, la fréquence des affections cardio-vasculaires a incontestablement augmenté et de nombreux auteurs ont donc tenté d'établir une relation entre ces deux phénomènes (Le travail de Leif M. Hagerup¹² comporte une bibliographie très complète consacrée à cette question). En fait, l'existence de cette relation n'a pas encore pu être prouvée de façon bien convaincante; cependant, le caractère bénéfique de l'activité musculaire chez le sujet ayant présenté une atteinte vasculaire coronarienne devenant de plus en plus évident⁹, la pratique de l'exercice à titre préventif est le plus souvent recommandée. Pour l'instant, en l'absence de toute preuve directe d'efficacité, le critère de réussite de cette prescription est constitué par l'amélioration de l'aptitude physique des sujets concernés.

L'aptitude physique

Le terme d'aptitude physique ne revêt toute sa signification que dans la mesure où il s'applique à une activité bien définie: néanmoins, la plupart des activités physiques ayant pour caractère commun de solliciter l'appareil cardio-vasculaire, l'usage se répand de désigner sous ce terme l'aptitude fonctionnelle de l'appareil cardio-vasculaire. Le meilleur témoin de cette aptitude est la consommation maximale d'oxygène.

La consommation d'oxygène

Le muscle libère de l'énergie mécanique lorsque ses myofibrilles hydrolysent l'A.T.P.; or l'énergie nécessaire à la resynthèse de cette molécule est fournie directement ou non, par des réactions d'oxydation. L'activité musculaire ne peut donc se produire et se prolonger que dans la mesure où l'intervention des appareils respiratoire et circulatoire assure le prélèvement des molécules d'oxygène dans l'atmosphère et leur transport jusqu'aux mitochondries musculaires.

La relation quantitative existant entre la puissance fournie lors d'un exercice simple et la consommation d'oxygène mesurée au niveau des voies aériennes supérieures fut établie pour la première fois par Christensen⁹: chaque

fois que la puissance augmente de 100 watts (600 kg m/min), la consommation d'oxygène augmente de 1340 ml par minute. Ce rendement est légèrement plus faible lorsque le travail est fourni par les membres supérieurs. Plusieurs éléments vont intervenir pour assurer cette augmentation de l'apport de l'oxygène aux tissus⁶.

L'augmentation de l'apport de l'oxygène aux alvéoles est assurée par une augmentation de la ventilation, si bien que chez le sujet normal, la pression alvéolaire de l'oxygène n'est jamais diminuée, même au cours des exercices les plus intenses.

La quantité d'oxygène transportée des alvéoles aux tissus dépend de 2 facteurs: le débit cardiaque et la quantité effectivement transportée par chaque unité de volume de sang mobilisée; cette quantité est indiquée par la différence artério-veineuse pour l'oxygène. Au cours de l'exercice ces 2 facteurs sont augmentés: ainsi, un sujet qui au repos consomme 250 ml d'oxygène par minute, avec un débit cardiaque de 5 litres par minute et une différence artério-veineuse pour l'oxygène de 5 vol. pour cent (20-15), consomme pour une puissance de 150 watts, 2250 ml par minute, avec un débit cardiaque de 18 litres par minute et une différence artério-veineuse pour l'oxygène de 12,5 vol. pour cent (20,5-8). L'augmentation du prélèvement de l'oxygène sanguin par les tissus, qui détermine cet accroissement de la différence artério-veineuse est assurée avant tout par la baisse de la pression partielle de l'oxygène au niveau des tissus, en raison de l'augmentation d'intensité des phénomènes oxydatifs; d'autres facteurs locaux, tels que l'augmentation de la température musculaire, l'abaissement du pH et l'élévation de la pression partielle du CO₂ (effet Bohr) interviennent accessoirement pour favoriser la dissociation de l'oxyhémoglobine.

La consommation maximale d'oxygène $\dot{V}O_2 \text{ max}$.

L'augmentation de la consommation d'oxygène en fonction de la puissance fournie ne peut être observée qu'entre certaines limites: lorsqu'on demande à un individu d'augmenter par paliers la puissance qu'il fournit, on peut constater que, à partir d'un certain niveau, une nouvelle augmentation de la puissance n'est pas accompagnée par un accroissement de la consommation d'oxygène: le sujet a atteint sa consommation maximale d'oxygène. On appelle puissance maximale aérobie la puissance limite à partir de laquelle la consommation d'oxygène n'augmente plus (fig. 1).

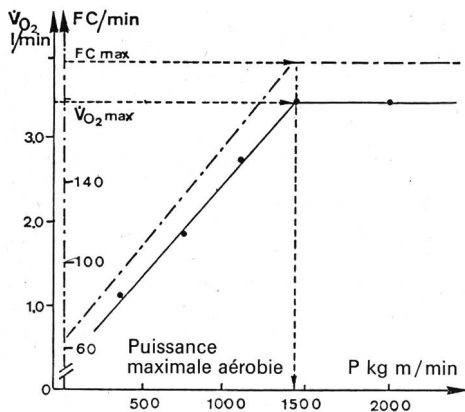


Figure 1: Evolutions de la consommation d'oxygène et de la fréquence cardiaque en fonction de la puissance de l'exercice.

Cette puissance ne peut pas être fournie plus de 6 à 8 minutes par un individu sédentaire normal.

La valeur de la consommation maximale d'oxygène est caractéristique de l'individu; ses variations obéissent cependant à un certain nombre de lois générales établies principalement par P.O. Astrand³ et I. Astrand². L'adulte masculin jeune vivant dans un pays industrialisé présente en moyenne une consommation maximale d'oxygène s'élevant à 3 litres par minute¹⁰, soit si on ramène cette valeur à l'unité de poids, ce qui facilite les comparaisons entre individus, 45 ml/min/kg. Cette valeur est en général de 10 à 20 pour cent plus faible chez la femme; dans les deux sexes elle diminue avec l'âge pour ne plus atteindre en moyenne à 60 ans, que les deux tiers de la valeur mesurée à 20 ans (fig. 2).

La consommation maximale d'oxygène d'un individu est déterminée par trois types d'éléments:

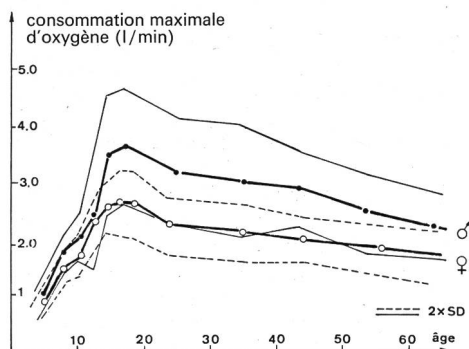


Figure 2: Evolution de la consommation maximale d'oxygène en fonction de l'âge, d'après P.O. Astrand⁴.

- Le capital génétique du sujet: c'est lui qui fixe le niveau maximal qui pourrait être atteint en fin de croissance, dans des conditions optimales de vie et d'entraînement.
- Le niveau effectivement atteint en fin de croissance: il est en général bien inférieur à ce niveau maximal théorique, surtout dans les pays industrialisés.
- Le niveau d'activité maintenu à l'âge adulte; plus ce niveau est élevé, moins la diminution de $\dot{V}O_2$ max. liée à l'âge se manifeste; plus ce niveau d'activité est faible plus cette décroissance liée à l'âge est rapide, mais plus les effets d'un entraînement bien conduit seront manifestes. D'une façon générale, cette amélioration ne peut pas dépasser 25 pour cent chez un individu sédentaire normal.

Il est difficile de désigner avec certitude le facteur qui limite cette consommation maximale, d'autant plus que Holmgren et Astrand¹⁵ ont montré que les dimensions ou la capacité fonctionnelle des différents éléments de la chaîne de transport de l'oxygène se développent dans les mêmes proportions. Les deux éléments qui semblent intervenir le plus directement sont la capacité d'extraction de l'oxygène par les tissus, et l'aptitude du cœur à développer un débit élevé. La fréquence cardiaque maximale n'étant pas augmentée par l'entraînement, c'est le volume d'éjection systolique qui intervient; celui-ci est d'autant plus élevé que la puissance contractile du cœur est plus grande, et les résistances périphériques plus faibles.

Mesure de la consommation maximale d'oxygène

On peut mesurer directement $\dot{V}O_2$ max. d'un individu en lui faisant pratiquer une série d'exercices d'intensité croissante et en mesurant la consommation d'oxygène à la période stable de chacun d'eux, c'est-à-dire vers la cinquième minute. L'analyse des gaz expirés (méthode en circuit ouvert) permet de pratiquer cette mesure avec une grande précision. Il est théoriquement simple de déterminer à partir de quel niveau la consommation d'oxygène se stabilise alors que l'intensité de l'exercice augmente; en fait, l'exécution de l'exercice devient très pénible lorsque la puissance fournie se rapproche de la puissance maximale aérobie et il est nécessaire de vérifier que la puissance la plus élevée que l'individu a pu supporter correspond effectivement à une puissance égale ou légèrement supérieure à la

puissance maximale aérobie. Plusieurs types de critères sont utilisés:

- 1 - la fréquence cardiaque atteinte lors du dernier exercice doit être égale à la fréquence cardiaque maximale théorique de l'individu, compte tenu de son âge.
- 2 - La lactatémie à la fin de l'exercice doit dépasser 80 mg pour cent, ce qui témoigne de la mise en jeu du métabolisme anaérobie.
- 3 - Le Quotient Respiratoire doit être supérieur à 1,10, ce qui témoigne également de la mise en jeu de ce métabolisme, et de l'hyperventilation relative liée à l'exercice maximal.

Cette détermination directe suppose donc une excellente coopération de la part du sujet, la mise en œuvre de techniques délicates et la participation d'un personnel largement disponible et compétent.

Ces difficultés ont amené à rechercher une méthode de mesure indirecte de $\dot{V}O_2$ max. Les méthodes les plus précises sont celles qui tirent parti de la relation grossièrement linéaire existant entre l'évolution de la fréquence cardiaque et celle de la consommation d'oxygène, lorsque la puissance de l'exercice augmente. On peut en effet observer (fig. 1) que la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque sont des fonctions linéaires de la puissance de l'exercice, et qu'elles atteignent toutes deux leur valeur maximale lorsque le sujet fournit sa puissance maximale aérobie. A partir de ces données P.O. Astrand et I. Ryhming⁵ ont construit un abaque permettant de prédire la consommation maximale d'oxygène d'un sujet en mesurant sa fréquence cardiaque à la cinquième minute d'un exercice sub-maximal. I. Astrand² a perfectionné cet abaque en établissant une table de correction qui supprime l'erreur liée à la diminution de la fréquence cardiaque avec l'âge. Avec ces méthodes, la prédiction est opérée avec une erreur ne dépassant pas 7 à 8 pour cent pourvu que soient respectées un certain nombre de conditions. Celles-ci concernent:

- l'exercice, qui doit être suffisamment intense pour amener la fréquence cardiaque à une valeur comprise entre 140 et 160, et doit se dérouler en ambiance thermique confortable (20-22°C);
- le sujet, qui ne doit pas avoir fourni d'exercice intense depuis moins de 24 heures et ne doit pas avoir ingéré de nourriture depuis moins d'une heure, et ne doit pas avoir fumé depuis moins de 30 minutes.

**Données expérimentales :
amélioration de l'aptitude physique
d'un groupe de sujets sédentaires
adultes**

Ce travail vient après une série d'études concernant les effets de l'entraînement physique sur les sujets adultes d'âge moyen^{14, 17, 20, 19, 18, 23, 13, 21}, et dont la plus ancienne (1969) mais aussi la mieux documentée est celle de *Kilbom, Hartley, Saltin* et coll.^{14, 17, 20}. De ces études on peut retenir les conclusions suivantes:

1 – Il est possible d'améliorer l'aptitude physique, ou du moins la puissance maximale aérobie et la consommation maximale d'oxygène de sujets adultes, menant habituellement une vie sédentaire.

2 – Cette augmentation semble d'autant plus marquée que les sujets sont plus jeunes et étaient initialement moins aptes.

3 – Quelques semaines d'inactivité font disparaître cette amélioration; en revanche, une activité modérée peut permettre de préserver le bénéfice acquis.

4 – Si l'influence de l'entraînement sur la consommation maximale d'oxygène est évidente, les autres facteurs, associés à un accroissement du risque d'atteintes coronaires telles que l'augmentation du taux sanguin, du cholestérol et des triglycérides, ne sont en général pas significativement modifiés; la pression artérielle systolique est légèrement abaissée.

5 – A la fin de leur période d'entraînement, les sujets éprouvent une réelle impression de bien-être et manifestent le désir d'augmenter le niveau habituel de leur activité physique. Aucune des études n'a cependant indiqué si ces intentions étaient suivies d'effet.

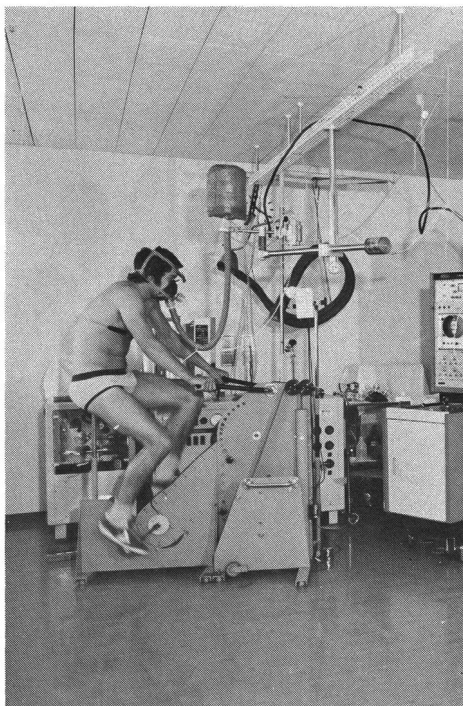
6 – Un entraînement trop intense peut déterminer des lésions musculaires ou articulaires. L'augmentation de l'activité doit donc être progressive et il faut éviter de solliciter trop brusquement l'appareil locomoteur.

Toutes ces expériences avaient mis en œuvre des moyens importants, aussi bien dans le domaine de l'encadrement que dans celui des techniques d'examen. Le travail qui est présenté ici constitue une tentative d'obtention de ces résultats dans des conditions beaucoup plus normales. Elle a été conduite dans un club privé, spécialisé dans la gymnastique récréative et sous la surveillance du personnel habituel de l'établissement. L'intervention du personnel médical s'est limitée aux temps préliminaires de l'expérimentation: élimination

des sujets présentant des risques pathologiques évidents, participation à l'élaboration du programme d'entraînement, information des sujets, et mise au point des consignes de sécurité avec le personnel d'encadrement.

Procédure expérimentale

Les sujets furent choisis parmi des membres volontaires du club, en fonction de leurs possibilités d'assiduité. Après un examen clinique complet et une épreuve de travail sur bicyclette ergométrique, sous surveillance



électrocardiographique, furent désignés 36 sujets: 19 femmes âgées de 25 à 44 ans (moyenne 33 ans), et 17 hommes âgés de 27 à 59 ans (moyenne 38 ans). Leurs caractéristiques sont présentées dans les tableaux I et II. Un interrogatoire a permis de déterminer chez 25 d'entre eux quels avaient été les niveaux d'activité aux différentes époques de la vie. Ces niveaux ont été représentés suivant la classification utilisée par *Wilhelmsen* et coll.²⁴:

– Activité physique dans le travail

- I: Travail assis devant un bureau ou une table.
- II: Travail comportant une certaine mobilité: travail de bureau non sédentaire, travail ménager ou travail industriel léger par exemple.

Tableau I: Anthropométrie

| Femmes | |
|-------------|--------------|
| Age (ans) | 33.11 ± 6.01 |
| Taille (cm) | 163.0 ± 6.67 |
| Poids (kg) | 58.84 ± 7.61 |
| Hommes | |
| Age (ans) | 37.71 ± 8.56 |
| Taille (cm) | 175.0 ± 5.69 |
| Poids (kg) | 73.59 ± 5.53 |

Tableau II: Sport pendant les loisirs

| Femmes | | | |
|-----------|-----|-----|---------|
| Age (ans) | oui | non | inconnu |
| 10 à 20 | 13 | 1 | 5 |
| 20 à 30 | 10 | 4 | 5 |
| 30 à 40 | 3 | 1 | 5 |
| Hommes | | | |
| Age (ans) | oui | non | inconnu |
| 10 à 20 | 9 | 2 | 6 |
| 20 à 30 | 4 | 7 | 6 |
| 30 à 40 | 5 | 5 | 6 |

III: Travail comportant des déplacements fréquents et la montée d'escaliers: facteur ou plombier par exemple.

IV: Travail manuel dur comportant des déplacements de charges importantes: bûcheron ou agriculteur par exemple.

– Activité physique pendant les loisirs

I: Lecture, télévision.

II: Marche, bicyclette, jardinage léger ou jeu de boules au moins 4 heures par semaine.

III: Course, natation ou tennis au moins 2 ou 3 heures par semaine.

IV: Course, natation, jeux de ballon par équipe, plusieurs fois par semaine.

La plupart des sujets interrogés appartenaient aux catégories professionnelles I et II; en revanche, les activités au cours des loisirs étaient beaucoup plus variées.

Le programme d'activité a été conçu de façon à répondre à un certain nombre d'objectifs.

- Améliorer l'aptitude fonctionnelle du système cardio-vasculaire.
- Exercer la musculature du tronc.
- Déterminer la redécouverte du schéma corporel.

- Assurer la mobilisation de l'ensemble des articulations, en évitant cependant toute sollicitation maximale de l'appareil locomoteur, de façon à éviter les complications musculaires et articulaires.
- La dépense énergétique liée à ces exercices, 5000 à 6000 Kcal en six semaines, ne pouvait pas assurer un amaigrissement significatif.

L'entraînement a duré six semaines à raison de deux séances par semaine. Le schéma général d'une séance, décrit dans la thèse de R. Tempelhoff²², était le suivant:

- 12 minutes de mise en train
- 7 minutes d'exercice intense
- 3 minutes de repos complet
- 12 minutes de redécouverte du schéma corporel
- 7 minutes d'exercice intense
- 3 minutes de retour au calme, ce qui réalise un total de 45 minutes. Parmi ces séquences, seules les deux périodes d'exercice intense

étaient destinées à augmenter l'aptitude fonctionnelle du système cardio-vasculaire; ils étaient systématiquement exécutés avec les membres inférieurs (course ou travail sur bicyclette ergométrique), de façon à éviter les élévations tensionnelles que provoque l'exercice intense des membres supérieurs. Les puissances fournies étaient toujours légèrement sub-maximales (75 à 90 pour cent de la puissance maximale aérobie), car, pour ces puissances relatives, l'augmentation du débit cardiaque est importante alors que l'élévation de la pression artérielle systolique et l'accumulation des métabolites anaérobies restent à un niveau très faible. Ce type d'exercice qui assure un entraînement cardiaque satisfaisant avec un minimum de risques, est apparu bien préférable aux exercices fractionnés supra-maximaux qui, s'ils assurent théoriquement un entraînement plus efficace, se soldent en fait par une grande fréquence d'accidents articulaires et musculaires.

La consommation maximale d'oxygène des sujets a été déterminée de façon indirecte, suivant la méthode d'Astrand-Ryhmung, avant l'entraînement, puis à la fin de celui-ci et, pour 25 d'entre eux, cinq semaines après la fin de l'entraînement, après que les sujets aient été libres de pratiquer l'activité physique de leur choix.

Résultats et discussion

Au cours de la période d'entraînement, aucun abandon ni aucun accident musculaire ou articulaire n'a été enregistré.

Les effets de l'entraînement apparaissent dans les tableaux III et IV. Chez les sujets féminins, le léger amaigrissement (1,3 kg en moyenne) et l'augmentation de la consommation maximale d'oxygène réalisent une augmentation de 11,2 pour cent de la consommation maximale d'oxygène rapportée au poids, qui passe de 38,4 à 42,7 ml/kg/min (significative à P. 05). Chez les sujets masculins, le poids est resté pratiquement constant et c'est l'augmentation en valeur absolue de la consommation maximale d'oxygène qui est pratiquement seule responsable de l'augmentation de 13,2 pour cent de la consommation maximale d'oxygène rapportée au poids, qui passe de 38 à 43,7 ml/kg/min (significative à P. 02). Ces six semaines d'entraînement ont donc déterminé une augmentation de l'aptitude physique plus modérée que celle rapportée par les auteurs précédemment cités. C'est le caractère relativement peu intense des exercices qui semble responsable de ce phénomène. La figure 3 montre que pour l'ensemble des sujets, les résultats ont été influencés par l'aptitude initiale: l'amélioration relative est d'autant plus marquée que l'aptitude initiale des sujets était plus faible; la régression est linéaire à P. 01. Ce résultat confirme les observations de Kilbom, Hartley, Saltin et coll.^{14, 17, 20}. Cette influence de l'aptitude initiale explique que l'augmentation relative du niveau moyen d'aptitude soit un peu plus important chez les hommes que chez les femmes: dans leur ensemble, les sujets masculins se situaient en-dessous de la moyenne de leur âge, établie à partir des données d'Astrand (⁴ voir fig. 1), tandis que les sujets féminins se trouvaient au niveau de cette valeur moyenne. Cette meilleure aptitude coïncide d'ailleurs avec un niveau moyen d'activité plus élevé: la lecture des tableaux I et II montre que dans l'échantillon étudié, le passage de la deuxième à la troisième décennie de la vie est marqué chez les femmes par une régression de l'activité physique au cours des loisirs, moins prononcée que chez les hommes.

Tableau III: Entraînement prescrit pendant 6 semaines

Femmes n = 19

| | Poids (kg) | $\dot{V}O_2$ l/min | $\dot{V}O_2$ ml/kg · min | |
|-------|--------------|--------------------|--------------------------|----------------|
| avant | 58.84 ± 7.39 | 2.23 ± 0.399 | 38.42 ± 6.76 | Diff. + 11.78% |
| après | 57.52 ± 7.23 | 2.44 ± 0.20 | 42.73 ± 6.20 | |

Hommes n = 17

| | Poids (kg) | $\dot{V}O_2$ l/min | $\dot{V}O_2$ ml/kg · min | |
|-------|-------------|--------------------|--------------------------|----------------|
| avant | 73.68 ± 5.3 | 2.88 ± 0.44 | 38.0 ± 5.02 | Diff. + 13.23% |
| après | 73.3 ± 5.29 | 3.20 ± 0.31 | 43.70 ± 3.92 | |

Tableau IV: Entraînement libre pendant 5 semaines

Femmes n = 14

| | $\dot{V}O_2$ l/min | $\dot{V}O_2$ ml/kg · min |
|--|--------------------|--------------------------|
| avant | 2.29 ± 0.46 | 40.07 ± 6.20 |
| après 6 semaines d'entraînement prescrit | 2.54 ± 0.50 | 44.79 ± 5.92 |
| après 5 semaines d'entraînement libre | 2.80 ± 0.50 | 49.45 ± 7.93 |

Hommes n = 11

| | $\dot{V}O_2$ l/min | $\dot{V}O_2$ ml/kg · min |
|--|--------------------|--------------------------|
| avant | 2.79 ± 0.51 | 38.64 ± 6.09 |
| après 6 semaines d'entraînement prescrit | 3.11 ± 0.34 | 43.18 ± 4.75 |
| après 5 semaines d'entraînement libre | 3.15 ± 0.29 | 43.95 ± 6.10 |

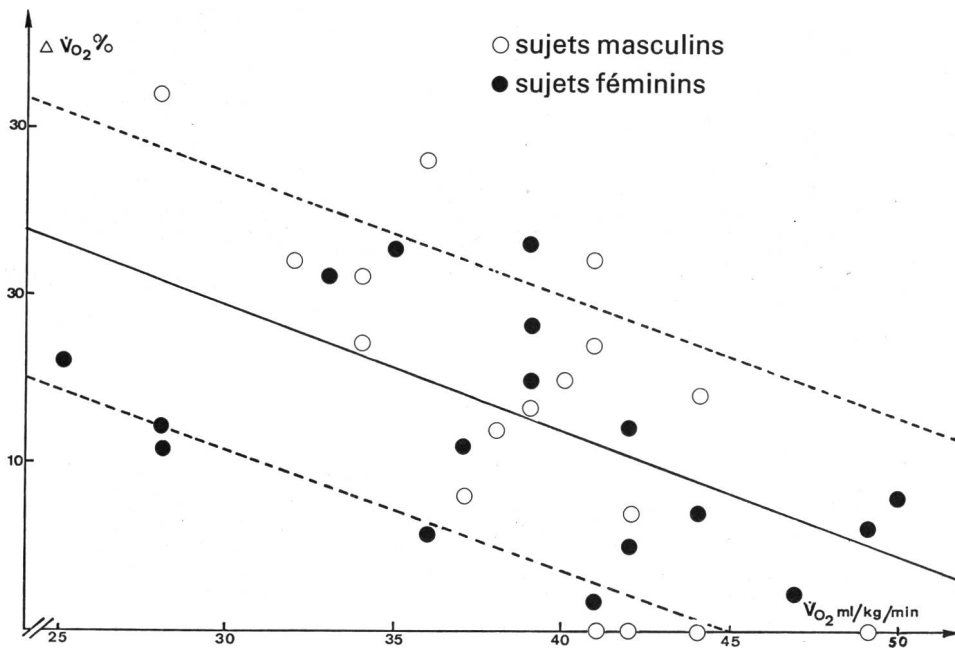


Figure 3: Augmentation de la consommation maximale d'oxygène en fonction de l'aptitude initiale.

La conservation des résultats acquis a été observée sur 25 sujets, cinq semaines après la fin de l'entraînement; ces sujets ont été classés en cinq catégories, en fonction de leur activité pendant la période qui a suivi l'entraînement.

O: Aucune activité physique.

A: Présence irrégulière et peu assidue au club.

B: Une séance par semaine, comportant des exercices isométriques et dynamiques peu intenses.

C: Entraînement bi-hebdomadaire comportant des exercices isométriques et dynamiques modérément intenses.

D: Entraînement bi ou tri-hebdomadaire, comportant des activités identiques à celles pratiquées au cours de l'entraînement.

Il a suffi d'une activité très modérée pour conserver le bénéfice acquis, mais on peut observer aussi que les cinq semaines d'entraînement n'avaient pas amené les sujets au maximum de leurs possibilités, ceux qui ont continué à exercer une activité intense après l'entraînement ont continué leur progression. Le pourcentage d'augmentation de la consommation maximale d'oxygène n'est pas significativement plus élevé dans le groupe de sujets dont l'âge est compris entre 25 et 35 ans, que dans le groupe de sujets dont l'âge est

compris entre 35 et 45 ans. Ce résultat est différent de celui observé par *Kilbom, Hartley, Saltin* et coll.^{14, 17, 20}. Il semble donc que dans l'échantillon étudié, la régression de l'aptitude due à l'âge ait exercé des effets plus significatifs que l'action de l'âge lui-même sur les possibilités d'amélioration.

Dernière conséquence de cette période d'entraînement, la plupart des sujets ont éprouvé une impression de bien-être général, qui s'est même traduite, pour certains d'entre eux, par l'arrêt de la consommation des tranquillisants et des barbituriques.

Conclusions

Il est possible d'augmenter l'aptitude fonctionnelle du système cardio-vasculaire d'individus adultes, à peu de frais, en peu de temps, et sans grand risque. Cette amélioration s'accompagne de l'apparition d'un sentiment de confort dans les conditions habituelles de la vie. La facilité avec laquelle ce résultat a pu être obtenu conduit à s'interroger sur la signification que l'on prête à l'aptitude physique. Il est possible, au prix d'une dépense calorique minimale, de l'ordre de 800 à 1000 Kcal par semaine, répartie sur deux ou trois séances, d'augmenter de façon très significative la consommation maximale d'oxygène d'un individu; ce phénomène s'accompagne d'une

amélioration de la vascularisation du myocarde. Si ces périodes d'activité sollicitent les dispositifs destinés à assurer l'homéostasie circulatoire, elles ne représentent qu'une dépense extrêmement faible d'énergie; leur répétition n'est donc guère susceptible de modifier l'organisation du métabolisme énergétique, or cette opposition entre une action circulatoire modérée de l'exercice, qui se traduit par une légère diminution de la pression systolique, et l'absence de modification significative des signes de perturbation du métabolisme énergétique (obésité, élévation du taux du cholestérol et des triglycérides sanguins) est signalée par la plupart des études antérieures et a encore été confirmée récemment¹². Cette dissociation entre les différents effets préventifs de l'exercice est encore confirmée par les travaux de *Kannel* et coll.¹⁶ qui ont pu montrer, grâce à l'analyse multifactorielle de plusieurs milliers d'observations, que l'exercice, qui ne réduit pas le nombre des attaques, ne semble exercer aucune influence sur l'évolution de la maladie athéromateuse, mais en réduit la gravité, sans doute en favorisant la vascularisation du myocarde. Il est probable que l'on rencontrera ce type de résultat tant que l'on se bornera à utiliser comme seul témoin de l'activité physique de l'individu, la consommation maximale d'oxygène. L'exercice peu intense mais prolongé, s'il exerce peu d'action sur cette consommation maximale, constitue sans doute, par la dépense d'énergie qu'il représente, un puissant moyen d'action sur le métabolisme énergétique, et en particulier lipidique. Cet aspect de l'activité musculaire mériterait d'être exploré avec autant d'attention que l'ont été ses incidences sur la consommation maximale d'oxygène. Il serait en particulier intéressant de suivre l'évolution de sujets se livrant pendant de longues périodes à ce type d'activité.

Résumé

Un groupe de sujets volontaires a été soumis à une période d'entraînement systématique tendant à augmenter l'aptitude fonctionnelle du système cardio-vasculaire. Cet entraînement s'est étalé sur six semaines à raison de deux séances par semaine, chaque séance comportant deux périodes de 7 minutes de sollicitation presque maximale de l'appareil cardio-vasculaire. Cet entraînement a été effectué dans un club spécialisé dans la gymnastique récréative, sous la surveillance du personnel habituel de l'établissement. La consommation maximale d'oxygène a été augmentée de 11,2 pour cent chez les femmes et de 13,2

pour cent chez les hommes, ce qui représente une amélioration très significative dans les deux groupes. La facilité avec laquelle ce résultat a été obtenu et en particulier la modicité de la dépense énergétique nécessaire conduisent à se demander si la simple mesure de la consommation maximale d'oxygène constitue un bon critère d'appréciation du risque d'atteinte cardio-vasculaire coronarienne.

Références

- ¹ *Asmussen E., Hemmingsen I.*: Determination of maximum working capacity at different ages in work with the arms. *Scand. U. Clin. Lab. Invest.*, 1958, 10, 67.
- ² *Astrand I.*: Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol. Scand.* 1960, 49, Suppl, 169.
- ³ *Astrand P.O.*: Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Copenhagen, 1952, Munksgaard ed.
- ⁴ *Astrand P.O.*: Physical performance as a Function of age. *J.A.M.A.* 1968, 205, 729.
- ⁵ *Astrand P.O., Ryhming I.*: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.* 1954, 7, 218.
- ⁶ *Astrand P.O., Rodahl K.*: Manuel de Physiologie de l'exercice musculaire. Masson et Cie, Paris, 1973.



- ⁷ *Bonanno J.A., Lies J.E.*: Effects of Physical training on Coronary Risk Factors. *Am. J. Cardiol.* 1974, 33, 760.
- ⁸ *Broustet J.-P.*: La réadaptation des coronariens. Sandoz éd. 1973.
- ⁹ *Christensen E.-H.*: Beiträge zur Physiologie schwerer körperlicher Arbeit. *Arbeitsphysiol.* 1931, 4, 1.
- ¹⁰ *Flandrois R., Lacour J.R.*: L'aptitude physique chez le jeune universitaire français. Comparaison des différents tests avec la consommation maximale d'oxygène. *Schweiz. Zeitschr. für Sportmed.*, 1966, 14, 49.
- ¹¹ *Goldsmith R.*: Activity Patterns and Coronary Heart Disease: A Hypothesis. In: *Coronary Heart Disease and Physical Fitness.* O.A. Larsen, R.O. Malmberg (ed.). Munksgaard 1971, p. 235.
- ¹² *Hagerup L.M.*: Coronary Heart Disease Risk Factors in Men and Women. *Acta Med. Scand. Suppl* 557, 1974.
- ¹³ *Hanson J.S., Tabakin B.S., Levy A.M., Nedde W.*: Long term physical training and cardiovascular dynamics in middle aged men. *Circulation*, 1968, 38, 783.
- ¹⁴ *Hartley L.H., Grimby G., Kilbom A., Nilson N.J., Astrand I., Bjure J., Ekblom B., Saltin B.*: Physical Training in Sedentary Middle aged and Older Men. III Cardiac output and gas exchange at submaximal and maximal exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1969, 24, 335.
- ¹⁵ *Holmgren A., Astrand P.O.*: DLco and the Dimensions and Functional Capacities of the O₂ transport system on Humans. *J. Appl. Physiol.* 1966, 21, 1463.
- ¹⁶ *Kannel W.B., Sorlie B., Namara P.*: The relations of Physical Activity to Risk of Coronary Heart Disease: The Framingham Study. In: *Coronary Heart Disease and Physical Fitness.* O.A. Larsen, R.O. Malmberg (ed.) Munksgaard, 1971, p. 256.
- ¹⁷ *Kilbom A., Hartley L.H., Saltin B., Bjure J., Grimby G., Astrand I.*: Physical Training in Sedentary Middle aged and Older Men. I: Medical evaluation. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1969, 24, 315.
- ¹⁸ *Kopke K.R., Luria M.M.*: Physical Conditioning in Medical Personnel. *Arch. Intern. Med.* 1972, 130, 343.
- ¹⁹ *Mann G.V., Garrett H.L., Fahri A., Murray H., Billings F.T.*: Exercise to Prevent Coronary Heart Disease. *Amer J. Med.* 1969, 46, 12.
- ²⁰ *Saltin B., Hartley L.H., Kilbom A., Astrand I.*: Physical Training in Sedentary Middle Aged and Older Men. II Oxygen uptake, Heart rate and blood Lactate concentration at Submaximal and Maximal Exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1969, 24, 323.
- ²¹ *Siegel W., Blomqvist G., Mitchell J.H.*: Effects of a Quantitated Physical Training Program on Middle aged Sedentary men. *Circulation*, 1970, 41, 19.
- ²² *Tempelhoff R.*: Une tentative d'amélioration de l'aptitude physique d'un groupe de sujets sédentaires adultes. Thèse, Lyon 1974.
- ²³ *Tzankoff S.P., Robinson S., Pyke F.S., Brawn C.A.*: Physiological Adjustments to Work in older Man as affected by Physical Training. *J. Appl. Physiol.* 1972, 33, 346.
- ²⁴ *Wilhelmsen L., Tibblin G., Fodor J., Werko L.A.*: Multifactorial Primary Preventive Trial in Gothenburg Sweden. In: *Coronary Heart Disease and Physical Fitness* O.A. Larsen, R.O. Malmberg (ed.) Munksgaard, 1971, p. 266.