

ZORAN BUJAS et BORISLAV PETZ

L'INFLUENCE DES STIMULANTS PSYCHIQUES
SUR LE RENDEMENT DU TRAVAIL
ET SUR LA CONSOMMATION D'OXYGÈNE
AU COURS DU TRAVAIL STATIQUE

Les auteurs remarquent que jusqu'à présent on n'a pas donné une réponse satisfaisante à la question de quelle façon les stimulants accroissent-ils le rendement du travail; est-ce par l'amélioration réelle des conditions intérieures de l'organisme, ou c'est seulement en différant l'apparition de la fatigue, donc en augmentant l'effet du travail aux frais des dernières ressources de l'organisme. Tandis que les données peu nombreuses de la littérature en traitant les stimulants dits pharmacodynamiques font ressortir leur nocivité, les opinions sur la valeur des stimulants psychiques sont partagées mais sans être suffisamment vérifiées par des expériences.

C'est pour cela que les auteurs ont essayé d'examiner dans le domaine du travail statique: 1^o comment la motivation psychique au différent degré agit-elle sur le rendement du travail, et 2^o quelle est l'économie de l'effort fournie à l'état de la motivation faible et de la motivation forte.

En mesurant la consommation d'oxygène au cours de l'effort statique et pendant la phase de la restauration dans les conditions de la motivation faible et de la motivation forte, les auteurs ont trouvé que le rendement du travail sous la motivation plus forte est accru, mais que la consommation moyenne d'O₂ par unité de temps au cours du travail, aussi que la consommation absolue pendant la période de restauration, restent les mêmes dans les deux séries d'expériences. Les expériences supplémentaires – dans lesquelles on a mesuré la consommation absolue d'O₂ dans les diverses phases de l'effort statique lui-même – ont montré que la consommation d'oxygène augmentait généralement au cours du travail, mais que dans les conditions de la motivation psychique plus forte elle augmentait plus lentement. En d'autres termes dans l'une et dans l'autre expérience pour la même quantité de travail les sujets consommaient moins d'oxygène dans les conditions de la motivation plus forte.

Les auteurs expliquent ces résultats par l'influence des émotions sténiques sur les mécanismes d'adaptation et de protection dans l'organisme. Cette influence s'exerce d'une façon naturelle, qui diffère de la mobilisation artificielle provoquée par des agents pharmacodynamiques, mobilisation qui peut être nocive pour l'organisme.

INTRODUCTION ET PROBLÈME

L'adaptation de l'organisme aux exigences que lui impose le travail est rendue possible par les modifications qui se produisent, ou tout au commencement ou au cours du travail, dans le fonctionnement d'une série d'organes. Le travail, comme une forme intensifiée de l'activité de l'organisme, ébranle la constance ou l'équilibre des conditions internes de l'organisme (son homéostasie) et c'est ce dérèglement qui provoque ensuite des réactions rectificatives, par lesquelles l'organisme tend à atteindre et à maintenir un nouvel équilibre sur un plan fonctionnel plus élevé. Grâce à ces mécanismes d'autorégulation résultent les conditions optimales pour le fonctionnement des tissus qui sont les plus engagés dans le travail et le tout de l'organisme est mis en possibilité de maintenir ces conditions optimales le plus longtemps possible.

Envisagée sous cet aspect la fatigue, c'est-à-dire l'affaiblissement du fonctionnement des organes en activité forcée, peut être interprétée comme un ébranlement du nouvel équilibre, réalisé au cours de l'activité, ébranlement dû à la suppression ou à l'affaiblissement des processus, par lesquels l'état stable se conserve. Ainsi à la fin la fatigue elle aussi entre dans le nombre des réactions régulatrices de l'organisme, par le fait qu'en réduisant l'activité elle contribue au rétablissement de l'homéostasie.

Les recherches sur les mécanismes à l'aide desquels la stabilité du milieu intérieur se conserve malgré les modifications dans l'activité de l'organisme ou dans son entourage concordamment ont montré que la part la plus importante y appartient aux mécanismes neuro-endocrines.

Bien que les différents auteurs dans leurs études sur les mécanismes d'autorégulation aient accentué tantôt le rôle du système neuro-somatique, tantôt de l'autonome ou de l'endocrine, il est évident que l'homéostasie ne peut être conservée que par la coopération harmonique et coordonnée de tous ces systèmes dont les relations ne sont pas unilatérales mais réciproques. Dans cette coopération le système neuro-somatique représente l'appareil signalant les modifications dans l'organisme et intégrant les réactions du système autonome aussi bien que celles de l'appareil endocrine dans une réaction adaptative générale structurée; le système autonome réalise une prompt adaptation des organes intérieurs, tandis que l'appareil endocrine, surtout les glandes surrénales et hypophyse, par la sécrétion des différentes hormones, opère synergiquement avec le système autonome et ainsi devient utile dans toute activité d'une certaine durée.

D'après les recherches de CANNON et de son école le système autonome jouerait pourtant un rôle prépondérant comme un appareil qui reçoit les signaux provenant du système somatique et qui active les systèmes des glandes endocrines.

Dans l'effort tendant à maintenir l'équilibre intérieur les rôles de la partie sympathique et de la partie parasympathique du système autonome ne sont pas les mêmes. Tandis que le sympathique domine les mécanismes qui mobilisent les ressources nécessaires à l'état de l'activité intensifiée,

la fonction du parasympathique consiste dans la restauration et l'accumulation des ressources de l'organisme. Ainsi la fonction catabolique du sympathique apparaît au cours du travail, tandis que l'action anabolique du parasympathique prend le dessus pendant la phase du repos. Bien que la capacité générale de l'organisme dépend non seulement du degré de la mobilisation des synergies du travail, mais aussi du degré de la restauration préalable, pourtant l'observation incomplète de la capacité de l'organisme dans la phase d'activité montre que cette capacité n'est premièrement qu'une fonction du tonus du système sympathique. C'est pour cela que l'on a essayé d'accroître la capacité du travail humain en appliquant les différents agents qui stimulent le sympathique ou qui opèrent synergiquement avec sa fonction.

On sait bien que les fibres nerveuses du sympathique peuvent être excitées par la stimulation adéquate des différents systèmes réceptifs. D'après les recherches de certains auteurs, surtout des auteurs soviétiques (Orbeli, Kekčejev, Kravkov), une excitation brève et relativement faible des récepteurs du froid et des propriocepteurs des muscles provoque des réflexes diffus du sympathique, qui ont un effet dynamogène, c'est-à-dire qui améliorent l'état fonctionnel des tissus excitables. Puisque ces stimulations par la voie physiologique accroissent les capacités de l'homme qui travaille on les a appelées des *stimulants physiologiques*.

Un autre groupe des stimulants du travail est formé par les différentes substances chimiques, qui excitent les centres sympathiques, ou qui par la voie du sang provoquent les effets semblables à ceux que provoque l'excitation du sympathique. Ces substances sympathicomimétiques constituent les *stimulants pharmacodynamiques* les plus importants. Grâce à leur action la sensation de fatigue s'évanouit et corrélativement s'accroît la capacité et l'endurance du travail.

Enfin une excitation accrue dans le système nerveux autonome peut avoir son origine dans une activité psychonerveuse qui se manifeste dans l'intérêt pour le travail, dans l'élan du travail et dans d'autres processus centraux pénétrés d'émotions dites sténiques. Dans les conditions d'une telle *stimulation psychique* l'homme peut aussi travailler plus longtemps et produire davantage sans éprouver l'ennui ou la fatigue.

Mais tandis que l'influence positive qu'exercent sur l'effet du travail certains agents pharmacodynamiques et l'activité psychonerveuse en forme de motivation est incontestablement prouvée, reste irresolue la question si l'application de ces stimulants pendant un temps prolongé ait un effet physiologique ou antiphiysiologique.

Autrement que la mobilisation normale des synergies du travail, qui n'étant qu'une réaction défensive de l'organisme ne peut dépasser certaines limites ni quant à l'intensité ni quant à la durée, l'emploi des stimulants accessoires chimiques ou psychiques peut – au moins théoriquement – pousser l'activité au delà des limites où les modifications qui ont lieu dans l'organisme deviennent facilement réversibles. En d'autres termes la question principale est à savoir, de quelle manière les stimulants accroissent le rendement du travail: est-ce par une amélioration

réelle des conditions intérieures dans lesquelles le travail s'accomplit (de sorte que sous leur influence le travail devient plus économique et ainsi son rendement plus élevé) ou la situation est telle, que les stimulants ne font que différer l'apparition des sensations de fatigue et rendent ainsi possible l'accroissement du rendement de travail au frais des dernières ressources de l'organisme, ressources, qui à la fin aident l'homéostasie à se rétablir.

Bien que la question posée soit d'une grande importance pratique, parce que par la réponse qu'on y donne on devra décider s'il convient ou non utiliser les stimulants dans le travail, on trouve dans la littérature fort peu de données sur l'effet consécutif des agents pharmacodynamique, tandis qu'il n'y a presque pas d'observations utilisables sur l'économie du travail sous l'influence des stimulants psychiques.*

D'après les recherches surtout de LEHMANN et de ses collaborateurs, qui ont montré qu'après le travail prolongé sous l'influence de certains agents pharmacodynamiques le temps de récupération est aussi considérablement prolongé, on croit généralement que l'action de ces agents-là sur l'organisme est au fond défavorable et que par cela leur application au cours d'un temps assez long n'est pas économique.

Quant à la valeur des stimulants psychiques, qu'on applique en forme des prix, des compétitions, d'encouragement etc. les opinions sont partagées. Il y en a qui rejettent une telle stimulation psychique comme nocive au point de vue physiologique et qui affirment que, appliquée au cours d'un temps assez long elle finit par provoquer le surménagement et la perte de la santé. En même temps il y a d'autres, qui croient que ce sont précisément les stimulants psychiques ceux qui améliorent réellement les conditions physiologiques du travail. Malheureusement toutes ces opinions sont fondées sur des observations sporadiques et ne sont suffisamment supportées par des faits vérifiés.

Voilà quelque réflexions qui nous ont conduits à effectuer dans le domaine du travail statique quelques expériences qui devraient répondre à deux questions: 1° *Comment la motivation psychique à divers degrés agit sur le rendement du travail;* 2° *Quelle est l'économie de l'effort à l'état de motivation forte et quelle à l'état de motivation faible.*

MÉTHODE

Pour apprécier la valeur réelle d'un stimulant il est nécessaire, comme nous l'avons vu, prendre en considération non seulement le rendement du travail, mais aussi le prix, que l'organisme paie pour l'effet obtenu. A cette fin divers indicateurs peuvent être employés. On peut, par ex.

* A notre connaissance il n'existe qu'une tentative de A. T. POFENBERGER et G. H. ROUNDS ayant pour but d'étudier l'influence de la récompense et d'intérêt sur la dépense d'énergie pendant un travail mental. Malheureusement l'augmentation du métabolisme au cours du travail mental est en général très petite et pour la plupart causée par les contractions involontaires des muscles, ainsi les résultats obtenus dans cette recherche il faut prendre sous réserve. Cette recherche n'est pas publiée. (Données d'après T. A. RYAN: *Work and Effort*, New York, 1947, p. 185.)

mesurer la durée minimum de repos, qui est nécessaire pour que, après le travail, accompli tantôt dans des conditions normales, tantôt sous l'influence des stimulants, la capacité initiale du travail soit restituée. Et puisque la restitution est d'autant plus rapide que le travail dans la phase de fatigue physiologique est plus tôt arrêté, la rapidité de la restitution peut nous servir d'indice indirect pour déterminer avec quelle économie le travail était-il accompli.

Une autre méthode c'est d'observer pendant une période assez longue de temps, comment le travail stimulé agit-il sur le rendement et sur la santé des travailleurs. Si les stimulants ne font qu'écarter la sensation de fatigue et ne facilitent réellement le travail, on parviendra tôt ou tard – précisément à cause de la cessation de cette réaction subjective d'alarme – au surménagement, de sorte que le rendement du travail malgré les stimulants diminuera tandis que la probabilité des maladies sera accrue.

Cependant la méthode relativement la plus simple consiste dans la mesure de la dépense d'énergie par l'unité de rendement. Bien que le principe de rendement utile adopté pour les machines ne puisse être appliqué tel quel au travail humain, toutefois le rapport entre le rendement du travail et l'énergie dépensée peut servir d'indice, dans quelles conditions physiologiques un travail a-t-il été accompli.

Nous avons employé cette troisième méthode.

Sauf le rendement du travail nous n'avons mesuré chez les sujets que la consommation d'oxygène. Nous nous sommes limités à cet indice, parce que toute détermination du quotient respiratoire au cours d'un travail court est inexact, de sorte que les valeurs évaluées en calories représentent une mesure d'échange énergétique moins sûre de celle que l'on obtient en se basant tout simplement sur la consommation d'oxygène.

L'expérience principale a été effectuée avec dix sujets masculins. A l'exception de deux, tous nos sujets étaient des étudiants à l'âge entre 18 et 25 ans. Les expériences avaient lieu seulement le matin. Le travail statique consistait à tenir soulevé un poids de 8,5 kg. Au cours de l'expérience le sujet était assis parallèlement avec la table, sur laquelle se trouvait la poulie, autour de laquelle passait la bande avec le poids au bout. A l'autre bout de la bande il y avait une manche tenue par le sujet. La tâche du sujet était, le signal donné, de soulever par la flexion de l'avantbras droit le poids et de le tenir soulevé aussi longtemps que possible. Au cours du travail le coude du bras actif était appuyé sur la table, tandis que l'avantbras se trouvait en position perpendiculaire à la surface de la table.

La consommation d'oxygène était mesurée à l'aide du respiromètre d'après BENEDICT-ROTH. (Fig. 1.)

Le jour de l'expérience le sujet prenait le matin un léger déjeuner sans albumines, ne fumait pas et tranquillement, sans se presser, venait au laboratoire. Là, avant l'expérience il était tranquillement couché pendant une demi-heure. Lorsque il s'était assis sur la chaise où il devait rester pendant tout le temps de l'expérience on lui mesurait la

première consommation d'oxygène. Après 5 minutes, pendant lesquelles le sujet restait tranquillement assis, il était de nouveau attaché au respiromètre. Deux minutes après on lui donnait le signal de soulever le poids. Au cours du travail on mesurait la consommation d'oxygène; de même on enrégistrait la consommation au cours de la première, deuxième, quatrième, sixième et huitième minute après la cessation du travail. La consommation d'oxygène était encore mesurée après un repos ultérieur de 17 minutes. De telle façon nous avons contrôlé la consommation d'oxygène de chaque sujet avant, au cours et après le travail.

La manière d'enregistrer et de relever la consommation d'oxygène était un peu différente de celle que l'on emploie ordinairement pour mesurer le métabolisme basale. Chez la plupart de nos sujets la respiration au cours du travail et immédiatement après sa cessation était si irrégulière qu'il était impossible de déterminer l'angle sous lequel montaient les respirations. À cause de cela nous étions obligés d'entraîner préalablement chaque sujet dans l'expiration maximum; après, nous exigeons de lui au cours de l'expérience dans les intervalles mentionnés d'effectuer les expirations maxima dans le respiromètre. Joignant les bouts inférieurs de chaque paire de telles expirations maxima nous pouvions relever la consommation moyenne d'oxygène au cours de l'intervalle entre les deux expirations. Cette méthode employée avec succès par BARMAN et PORCILE (2) pour déterminer le métabolisme basale chez les patients dont la respiration était irrégulière, nous a donné la possibilité de déterminer avec une précision suffisante la consommation d'oxygène chez nos sujets.

Avec chaque sujet nous avons exécuté deux expériences, qui ne différaient entre elles que par le degré de motivation du sujet. Nous avons essayé qu'une expérience soit effectuée à l'état de motivation psychique faible (expérience «a») et l'autre à l'état de motivation forte (expérience «b»).

Pendant l'expérience «a» les sujets étaient dirigés au travail par la seule instruction de soutenir le poids aussi longtemps que possible. Au cours de l'effort le sujet n'était aucunement renseigné sur la durée de son travail, et l'expérimentateur ne démontrait aucun intérêt particulier ni pour le sujet ni pour son travail. Naturellement cela ne veut pas dire que certains sujets n'ont pas trouvé une motivation supplémentaire par eux-même.

Pendant l'expérience «b» nous avons essayé d'augmenter la motivation de nos sujets de deux façons. Premièrement on communiquait au sujet, combien de temps a-t-il réellement soutenu le poids dans l'expérience «a»; de plus on lui citait un résultat, duquel on affirmait qu'il représentait la moyenne de l'endurance des autres sujets qui avaient à peu près le même âge et la même constitution physique que lui. Cette moyenne était toujours inventée et elle représentait une valeur qui dépassait exactement de 25% le résultat réellement obtenu par le sujet dans la première expérience. Deuxièmement, sur un support devant le sujet on posait le chronomètre avec laquelle on enrégistrait le temps de

travail. De cette façon le sujet avait le point de départ (son propre résultat de l'expérience »a«), le but prochain (le prétendu résultat moyen obtenu avec d'autres sujets) et enfin la possibilité de contrôler et de comparer au cours du travail son résultat avec le rendement obtenu auparavant par lui même et par les autres (autocompétition et hétéro-compétition).

A la fin de deux expériences nous avons constaté par le questionnement que tous les sujets étaient plus motivés dans l'expérience »b«, bien que chez certains parmi eux, à cause de la motivation supplémentaire personnellement ajoutée dans l'expérience »a« la différence n'était pas aussi grande que nous l'avions espérée.

A cause d'une telle organisation de stimulation, chez tous les sujets l'expérience »a« a été effectuée avant et l'expérience »b« après, ordinairement dans deux matins successifs.

RÉSULTATS

Comme on pouvait s'attendre, tous les sujets ont soutenu le poids plus longtemps dans l'expérience »b«. Tandis que la durée moyenne du maintien jusqu'à la limite de la possibilité dans les conditions de la motivation plus faible était de 135 sec., dans l'expérience »b« la durée moyenne du maintien était de 183 sec., c'est-à-dire elle s'était accrue de 36%. Cet accroissement du rendement de travail doit être attribué à la meilleure motivation, parce que, comme nous avons contrôlé, la seule répétition du travail pendant deux jours consécutifs ne conduit encore vers aucune augmentation d'endurance.

Les résultats de la consommation moyenne d'oxygène par minute chez ces mêmes sujets avant, au cours et après le travail se trouvent dans le tableau I et sont représentés sur la figure 2.

Tableau I

La consommation d'O₂ ccm/min. avant, pendant et après le travail statique

Expérience	Consomm. d'O ₂ avant le travail statique	Consomm. d'O ₂ pendant le travail statique	Consommation d'O ₂ après le travail statique					Consomm. d'O ₂ 25 min. après le travail stat.
			1. min.	2. min.	4. min.	6. min.	8. min.	
»a«	312	463	354	307	318	289	294	268
»b«	294	461	356	306	312	307	281	270

En comparaison avec les valeurs constatées à l'état de repos, la consommation de l'O₂ au cours de l'effort statique est un peu accrue. Après la cessation de l'effort au cours de la première minute cette consom-

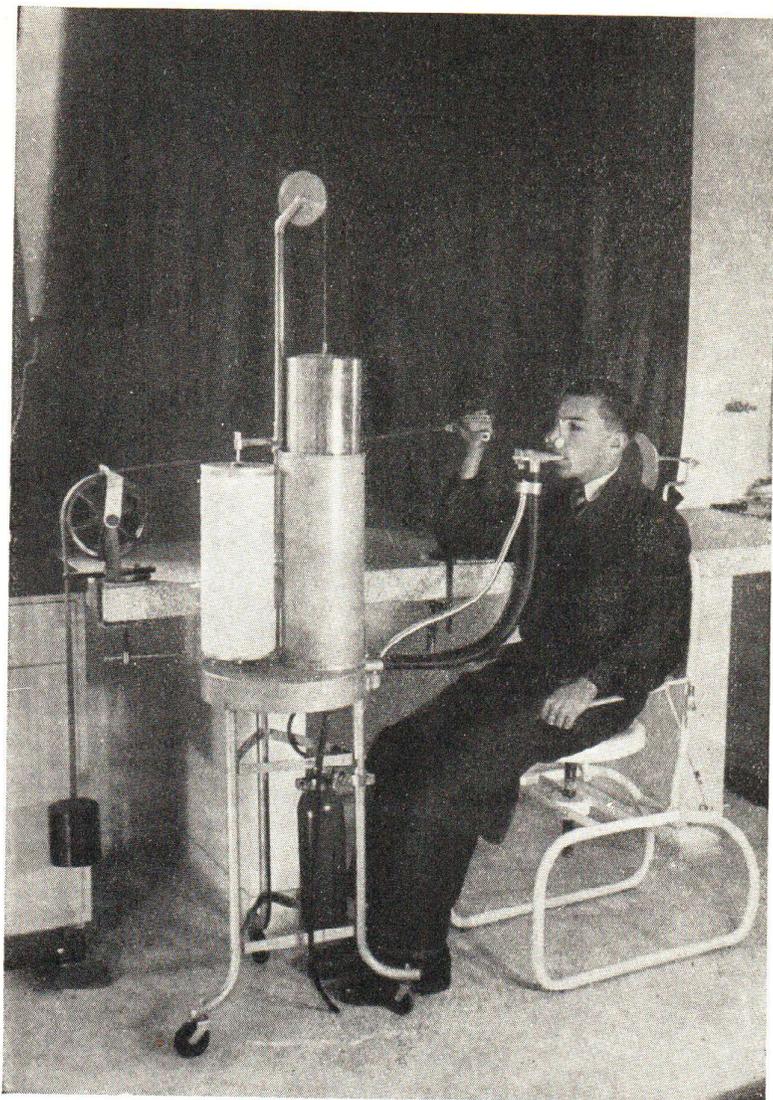


Fig. 1. Photographie du dispositif



mation dépasse légèrement celle pendant le repos; mais déjà dans la deuxième minute le métabolisme regagne la normale, et après 17 minutes de repos la consommation est même un peu plus basse de celle qui a été constatée avant le travail. Il est intéressant à noter, que ces changements de consommation sont égaux quant à la quantité et quant à la succession temporelle dans les deux expériences.

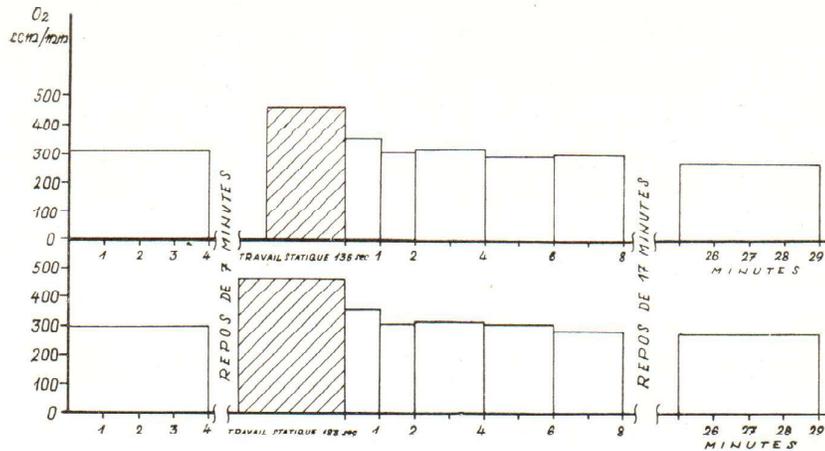


Fig. 2. Consommation moyenne d'oxygène par minute avant, au cours et après le travail statique. La figure supérieure représente les résultats de l'expérience «a» et l'inférieure ceux de l'expérience «b». Sur l'axe des ordonnées: consommation d'O₂ en ccm/min; sur l'axe des abscisses: temps en minutes; l'aire striée: consommation moyenne d'O₂ au cours du travail statique

Malgré le considérable accroissement de l'endurance dans l'expérience «b», les sujets avaient consommé dans les deux expériences («a» et «b») au cours du travail aussi qu'au cours de la restitution la même quantité d'oxygène par unité de temps.

Quelle est la signification de ces résultats? Si l'effort de nos sujets était exécuté dans des conditions d'équilibre entre le besoin de l'oxygène et sa consommation, la consommation de O₂ par minute, égale dans les expériences «a» et «b» démontrerait que le rendement utile du travail est pareil dans l'un et dans l'autre cas. Cette supposition admise l'accroissement de l'endurance dans l'expérience «b» pourrait être attribuée à la seule inhibition de la sensation de fatigue, donc à un facteur entièrement central.

Mais, puisque au cours de l'effort statique effectué par nos sujets, graduellement un nombre toujours plus grand de nouveaux groupes de muscles était engagé dans l'activité, il est évident, que l'effort n'était pas effectué dans un état d'équilibre.

Ce fait était visible sur les courbes respirométriques de ceux parmi nos sujets, qui avaient une respiration régulière. L'angle entre les points de chaque expiration augmentait progressivement au cours de l'effort.

Si cette observation est exacte, la même consommation moyenne d'oxygène par minute dans les expériences »a« et »b« signifierait que dans l'expérience »b« l'effort statique plus long était effectué d'une façon plus économique.

Etant donné que chez premier groupe de sujets nous avons enregistré seulement la consommation d'oxygène pour la durée totale de leur travail, il était nécessaire de compléter nos résultats par de nouvelles mesures de la consommation d'O₂ pendant *plusieurs phases* au cours de l'effort statique. C'était aussi nécessaire pour la raison que les renseignements qu'on trouve dans la littérature sur la consommation d'oxygène au cours du travail statique à la charge constante sont peu nombreux et souvent contradictoires (3) (4) (5).

Nous avons effectué ces mesures supplémentaires avec 10 autres sujets du sexe masculin.* Les expériences étaient conduites de la même façon qu'avec le premier groupe, avec la seule différence que cette fois-ci nous avons exigé que les sujets, à partir du commencement jusqu'à la fin du travail, donnent toutes les 30 sec. une expiration maximum.

La mesure de la consommation d'oxygène dans les différentes phases de l'effort statique a montré que la consommation d'oxygène augmente constamment du commencement à la fin du travail soit sous la motivation faible que sous la motivation forte. (Tableau II, Figure 3).

Tableau II

La consommation absolue d'O₂/ccm pendant le travail statique

Expérience	Les phases de travail statique		
	1. minute	2. miuute	3. minute
»a«	441	575	591
»b«	435	446	517

* Etant donné que l'accroissement de la consommation d'oxygène au cours du travail peut être suivi avec assez de précision seulement chez les sujets qui ont fourni un effort relativement long, dans l'élaboration de nos résultats nous n'avons pas tenu compte de 4 sujets qui ont travaillé pendant moins de trois minutes. Leurs résultats n'ont été pris en considération que dans la comparaison individuelle de la consommation absolue d'oxygène pour la même durée du travail dans les expériences »a« et »b«.

Au cours de ces mesures supplémentaires nos nouveaux sujets ont eu en général un temps de maintien plus long et la différence de la durée du maintien dans les expériences »a« et »b« était moins grande: 227 à 288 sec., c'est-à-dire dans l'expérience »b« l'endurance était de 27% plus grande. Ce fait peut être attribué d'une part à la différence de force chez les sujets de deux groupes, mais d'autre part, probablement aussi à une meilleure motivation des sujets dans les expériences supplémentaires. La tâche d'effectuer les expirations maxima toutes les 30 sec., donne la possibilité de contrôler la durée du travail, ce qui accroît la motivation dans l'expérience »a« et par cela diminue la différence dans le degré de motivation entre les deux séries d'expériences.

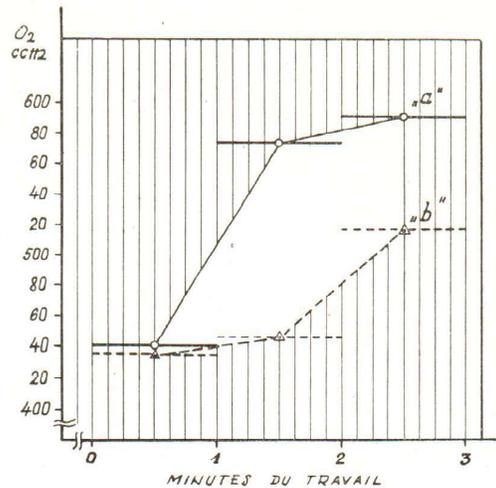


Fig. 3. Consommation absolue d'oxygène au cours du travail statique. »a« = travail dans les conditions de la motivation faible; »b« = travail dans les conditions de la motivation forte. Sur l'axe des ordonnées: consommation d'O₂ en ccm/min; sur l'axe des abscisses: durée du travail en minutes

De même chez ce deuxième groupe des sujets il n'y a presque pas de différence quant à la consommation moyenne d'oxygène par minute dans les expériences »a« et »b«. A l'état de la motivation faible cette consommation moyenne est de 540 ccm/min, tandis que dans les conditions de la motivation plus forte, malgré le fait que le travail dure plus longtemps, elle atteint 509 cmm/min.

Etant donné que la consommation d'oxygène augmente constamment au cours de l'effort, tandis qu'il n'y a presque pas de différence dans la consommation moyenne d'O₂ par minute pendant le travail d'inégale durée dans les expériences »a« et »b«, il est évident, que dans des différentes phases du travail dans l'expérience »b« l'organisme doit con-

sommer moins d'oxygène que dans les phases correspondantes de l'expérience »a«. En d'autres termes: *pour le même effet de travail on consomme moins d'oxygène à l'état de la motivation plus forte que dans les conditions de la motivation faible.*

Qu'il en soit ainsi on voit bien sur la figure 3, qui présente les résultats des mesures supplémentaires. A cause du nombre relativement petit des sujets les courbes moyennes qui représentent les changements de la consommation d'oxygène dans les intervalles successifs de 30 sec. sont assez irrégulières. C'est à cause de cela que nous avons représenté les changements de la consommation par les minutes du travail.

Les courbes ont été construites en utilisant les valeurs moyennes des 6 sujets; c'est pour cela qu'elles n'arrivent que jusqu'à la fin de la troisième minute, c'est-à-dire jusqu'au temps que tous ces sujets ont atteint dans l'expérience »a«.

Comme on voit, à l'état de la motivation forte la consommation d'oxygène au cours du travail monte plus lentement que dans les conditions de la motivation faible. Tandis qu'en moyenne nos sujets dans l'expérience »a« avaient consommé en tout pendant les 3 premières minutes du travail 1607 ccm d'O₂, dans l'expérience »b« le travail de la même durée avait coûté 1398 ccm d'O₂ ou 13% moins. Une telle économie a été réalisée jusqu'à la fin de la troisième minute.

Si nous évaluons pour chaque sujet à part, quelle a été sa consommation d'oxygène dans l'expérience »b« pour un travail qui, d'après la durée correspond à l'endurance du même sujet dans l'expérience »a«, nous constaterons une économie qui en ce cas est un peu plus grande. Si nous désignons par 100 la consommation totale d'oxygène de chaque sujet au cours de la durée totale de son travail dans l'expérience »a«, nous trouverons que la valeur moyenne de sa consommation d'oxygène au cours du même temps du travail dans l'expérience »b« est de 85, c'est-à-dire elle est de 15% plus basse. Bien que l'économie moyenne de la consommation d'O₂ dans l'expérience »b« ne soit très marquée, elle est significative au point de vue statistique, parce que *chacun* de nos 10 sujets a consommé pour le même travail moins d'oxygène dans l'expérience »b« que dans l'expérience »a«. *

DISCUSSION

Etant donné que dans l'expérience »a« aussi bien que dans l'expérience »b« toutes les conditions objectives qui pourraient influencer *immédiatement* sur les mécanismes d'adaptation étaient absolument les mêmes, on peut conclure que la différence, quant à l'endurance et quant

* Dans la série supplémentaire des mesures nous avons réellement 12 sujets, mais les résultats de deux parmi eux nous n'avons pas pu prendre en considération, parce que d'après leur déclaration ils étaient également motivés dans l'expérience »a« que dans l'expérience »b«. Il est intéressant de noter que chez ces deux sujets, à la même durée de l'effort dans les expériences »a« et »b« correspond la presque même consommation d'oxygène; c'est-à-dire que la consommation moyenne d'oxygène dans l'expérience »b« ne cède pas à celle dans l'expérience »a«.

au rendement utile du travail, constatée dans les deux expériences doit être attribuée à une différente attitude subjective des sujets. Bien que l'émotion (c'est-à-dire l'événement subjectif qui reflète la valeur que certains contenus ont pour le sujet), qui a été provoquée au cours de nos expériences ne puisse être comparée au point de vue d'intensité aux émotions fortes telles que la colère ou la peur, il n'y a pas de doute que ces faibles engagements émotionnels doivent aussi avoir leur reflet dans le système autonome-endocrine. Les excitations corticales qui se trouvent à la base des antécédents intellectuels de l'émotion – de la perception et de la compréhension – se propagent sur les aires corticales qui sont en relation avec la fonction autonome; elles atteignent aussi la région thalamo-hypothalamique et par des différentes voies éfferentes provoquent des réflexes diffus du système autonome, réflexes qui sont caractéristiques pour le comportement émotionnel. L'excitation du système autonome, surtout du sympathique, agit aussi sur l'appareil endocrine, particulièrement sur la moelle des glandes surrénales, dont l'hormone adrénaline imite presque tous les symptômes provoqués par l'action du sympathique. Dans certaine mesure y participe aussi la composante parasympathique, qui règle et qui équilibre cette mobilisation de l'organisme.

Toutes ces modifications intérieures, significatives pour l'ébranlement émotionnel ne diffèrent pas essentiellement des réactions d'adaptation telles qu'elles sont déclenchées par une activité intensifiée. Les modifications intérieures provoquées par les situations émotionnelles préparent l'organisme à une activité plus intense laquelle, dans les conditions naturelles de vie, était un moyen de conservation.

Les réactions émotionnelles, prises en elles mêmes, représentent à vrai dire des perturbations de l'homéostasie; mais si, d'après CANNON, nous les concevons comme préparation à un exercice musculaire très intense, elles deviennent immédiatement utiles et sont rapidement contrebalancées par les effets de l'effort lui-même (6).

Dans nos expériences, particulièrement dans celles du type »b«, il existait une légère émotion. Il est très probable que cette faible émotion n'était pas capable d'intensifier d'une façon marquée les réactions classiques d'adaptation, significatives aussi pour l'activité du travail que pour le comportement émotionnel. Mais, différemment que la mobilisation ordinaire des synergies du travail, cette émotion supplémentaire – précisément parce qu'elle était attachée au fonctionnement des structures nerveuses supérieures – pouvait réaliser une meilleure coordination des réactions partielles d'adaptation et améliorer ainsi d'une façon générale les conditions intérieures du travail. Sous un engagement émotionnel plus fort le rendement utile du travail aurait été probablement beaucoup plus élevé, mais son accroissement ne peut progresser que jusqu'à une certaine limite, parce que les émotions très fortes ont ordinairement un effet contraire. Les crises affectives, en affranchissant provisoirement les centres inférieurs de l'influence inhibitrice et intégrative du

cortex, peuvent provoquer un état de choc où toute activité dirigée et coordonnée est rendue impossible.

D'après cela il semble que les émotions sténiques d'une intensité faible ou moyenne peuvent améliorer réellement les conditions intérieures de l'organisme qui travaille, en stimulant le système autonome et en intégrant certaines réactions de défense en structures d'adaptation, qui sont bien conformées aux tâches qui nous sont imposées.

De plus les stimulants psychiques peuvent être utiles même pendant les périodes du repos. Comme CANNON a démontré les émotions agréables exercent une influence tonique sur le parasymphatique, de sorte que le contentement que nous éprouvons pour avoir accompli le travail ou l'agréable perspective de continuer un travail qui nous fait plaisir, peuvent accélérer les processus de restitution et de conservation.

L'avantage des stimulants psychiques sur les agents pharmacodynamiques consiste dans le fait, que les stimulants psychiques activent les mécanismes protecteurs de l'organisme d'une façon naturelle. Dans une telle activation certaines limites ne peuvent être dépassées, parce que le degré de mobilisation est limité d'une part par les possibilités de l'organisme et d'autre part par ses besoins. Au contraire de l'opinion de certains auteurs, par ex. de SELYE, il semble que dans ces conditions-là il ne peut pas se produire des réactions »de défense« exagérées et par cela nocives. Le degré d'excitation du sympathique est contrôlé par l'action antagoniste du parasymphatique et la sécrétion des hormones est réglée par les besoins de l'organisme. Tels mécanismes d'»autolimitation« sont connus à l'intérieur des systèmes autonome et endocrine chacun pris à part aussi que dans leur interaction.*

La situation est toute autre en ce qui concerne les stimulants pharmacodynamiques. Par l'administration de ceux-ci il est possible de provoquer une telle mobilisation de l'organisme qui serait incompatible avec l'homéostasie. De plus l'emploi des stimulants pharmacodynamiques rend inutile la mobilisation hormonale endogène, ce qui peut provoquer l'arrêt ou l'hypofonction de ces appareils naturels de régulation.

*Institut pour l'hygiène du travail,
Z a g r e b*

* Ainsi par ex. MARAZZI a démontré que, lorsque l'activité du système sympathico-adrénaire atteint un niveau très élevé, l'adrénaline qui ordinairement opère synergiquement avec le sympathique, exerce une action inhibitrice spécifique sur les synapses sympathiques. (D'après FULTON: Physiologie du système nerveux, Paris 1947, p. 220.)

REFERENCES

1. *Lehmann, G., Straub, H. und Szakall, A.*, Pervitin als leistungssteigerndes Mittel, *Arb. phys.* 10 (1939) 680.
2. *Barman, J. M. and Porcile, E.*, A Simple Method for Assuring Accuracy in Determination of Oxygen Consumption by the Benedict-Roth Apparatus, *J. Lab. & Clin. Med.*, 31 (1946) 1254.
3. *Lindhard, J.*, Untersuchungen über statische Muskelarbeit, *Skand. Arch. Phys.*, 40 (1920) 145.
4. *Dusser de Barenne und Burger, G. C. E.*, Untersuchungen über den Gaswechsel des Menschen bei statischer Arbeit, *Pflüg. Arch.*, 218 (1928) 239.
5. *Farfel, W. i Chranilowa, N.*, Istraživanje o izmjeni dišnih plinova, pulsu i arterijskom pritisku za vrijeme statičnog rada (ruski), *J. of Phys. U. R. S. S.* 20 (1936) 59.
6. *Cannon, W.*, *La sagesse du corps*, Paris 1946.

SADRŽAJ

UTJECAJ PSIHOLOŠKIH STIMULATORA NA RADNI UČINAK I POTROŠNJU KISIKA PRI STATIČNOM RADU

Autori navode, da još nije riječeno pitanje, na koji način t. zv. stimulatori podižu radni učinak: da li realnim poboljšanjem unutarnjih prilika organizma, ili samo odgađanjem pojavljivanja umora, pa prema tome povećanjem radnog efekta na račun krajnjih rezerva organizma. Dok kod t. zv. farmakodinamičnih stimulatora podaci u literaturi, kojih ima malo, ipak govore o štetnosti tih sredstava, kod psiholoških stimulatora mišljenja su podijeljena, ali nisu provjerena eksperimentima.

Zato su autori pokušali u području statičnog rada ispitati: 1) kako psihološka motivacija različitog stupnja djeluje na radni učinak i 2) kolika je ekonomičnost napora u stanju slabije i jače motiviranosti.

Mjereći potrošnju kisika u toku statičnog napora i u fazi oporavka u prilikama slabije i jače psihološke motiviranosti, autori su našli, da se radni učinak u drugom slučaju povećava, ali prosječna potrošnja O_2 po jedinici vremena u toku rada, kao i apsolutna potrošnja u fazi oporavka jednake su u obje serije pokusa. Na dopunskim eksperimentima – mjereći apsolutnu potrošnju O_2 u različitim fazama u toku samog statičnog napora – našli su, da potrošnja kisika u toku rada raste, ali u prilikama jače psihološke motiviranosti ona raste sporije, t. j. za istu količinu rada u jednom i drugom pokusu ispitanici su u prilikama jače motiviranosti trošili manje kisika.

Ove rezultate autori tumače djelovanjem steničnih čuvstava na adaptativne i obrambene mehanizme organizma. To djelovanje provodi se prirodnim putem, za razliku od umjetnog mobiliziranja pomoću farmakodinamičnih sredstava, što može biti štetno za organizam.

Institut za higijenu rada.
Zagreb