

adultes comme sur une série de chiens, que la variation interindividuelle du rapport K^+/Ca^{++} est très grande dans le sérum, et encore plus forte dans le liquide céphalorachidien³. A présent nous sommes en mesure de produire quelques résultats concernant aussi les variations intraindividuelles. Ils figurent dans le *troisième* tableau.

Les coefficients de variation relative montrent que les fluctuations interindividuelles sont encore plus grandes pour les rapports que pour les taux de Na^+ , Ca^{++} , et K^+ . Ici encore nous sommes bien loin de la «fixité». La variabilité intraindividuelle reste considérable, pour Na^+/Ca^{++} le coefficient de fidélité est faible et n'atteint pas un seuil de signification satisfaisant. Néanmoins, pour les deux autres rapports les corrélations sont plus fortes et significatives. Notamment, Na^+/K^+ apparaît plus stable que Na^+ et K^+ . Il n'en reste pas moins vrai qu'une fois de plus une prévision basée sur l'analyse d'un échantillon de sang demeure problématique.

Toutefois, l'exemple qu'on cite d'habitude pour souligner la constance remarquable du milieu intérieur est celui du pH. Il est difficile de comprendre comment une illusion pareille a pu prendre naissance. Le pH n'est pas une réalité physico-chimique, mais une notation conventionnelle, choisie pour des raisons de commodité. Dans sa formule figure un logarithme qui supprime toute variation, ou peu s'en faut. Si on opère sur le pH on trouve, par nécessité mathématique, une variation relative pratiquement négligeable:

Tableau IV⁴

	N	M	σ	V
pH, sang artériel	50	7,410	0,017	0,22
pH, sang veineux	50	7,370	0,015	0,20

Cependant il s'agit là d'un artefact. Si de la notation arbitraire nous revenons à la concentration en ions hydrogène, le tableau V change du tout au tout.

La variation relative de $[H^+]$ est supérieure à celle du sodium plasmatique. Pour donner une image familière, on peut dire qu'elle est de même ordre que la variation de la taille humaine (le coefficient de variation relative est un pur nombre, indépendant des unités de mesure: il autorise donc une comparaison par ille).

Le rôle de l'homéostasie ne consiste visiblement pas dans le fait de maintenir les fluctuations dans des limites si étroites qu'on pourrait les tenir pour «négligeables». Ce rôle, sans doute, est plus compliqué et il est permis de croire que les régulations physiologiques assurent, entre autres, des adaptations graduelles à des conditions changeantes. Nous espérons pouvoir illustrer cette hypothèse par des données concernant la régulation thermique qui, dans l'enchaînement des idées, apparaît comme la source première de la conception fixiste.

³ E. SCHREIDER, *Biotypologie* 13, 20 (1952).

⁴ Les chiffres du tableau IV (hommes adultes) sont empruntés à E. L. GIBBS, L. F. NIMS, W. C. LENNOX et F. A. GIBBS, *J. biol. Chem.* 144, 325 (1942). Nous n'y avons ajouté que les coefficients de variation relative calculés sur les paramètres publiés.

Cette conception a exagéré dans une certaine mesure l'importance du milieu intérieur, trop souvent assimilé au sang qui, en règle générale, ne vient pas en contact avec les éléments cellulaires. Elle a amoindri le rôle de la cellule, en lui attribuant une fonction en quelque sorte passive, à la merci des liquides organiques: «le sang a pour caractéristique de maintenir sa composition chimique et ses propriétés physiques très constantes; de ce fait, les conditions du fonctionnement des cellules sont parfaitement fixes»⁵.

Il semble, cependant, que la régulation du taux cétonique dans les organes, tout en étant coordonnée, ne dépend pas des variations du taux cétonique dans le sang⁶. Une conclusion analogue s'impose, sans doute, en ce qui concerne les rapports entre le potassium intracellulaire et le potassium plasmatique. On pourrait d'ailleurs multiplier les exemples. Tout ceci risque de remettre en cause la portée des analyses expérimentales ou cliniques du sang. A ce point de vue, une généralisation serait, sans doute, abusive. Mais l'opportunité d'une large revision nous semble évidente.

E. SCHREIDER

Laboratoire d'Anthropologie Physique, Paris, 9 août 1957.

Summary

Interindividual variability of plasma sodium, calcium and potassium is fairly high. Their reliability is low and intraindividual variability is so important that we cannot reasonably estimate, by the results of the first analysis, the results of the second one, even if the interval between taking blood samples does not exceed two days. The constancy of blood pH, usually quoted in order to illustrate the fixity of the internal environment, is a mathematical artefact, as the variability is practically suppressed by the logarithm introduced in the pH formula. If instead of pH we take the hydrogen ions concentration, we find in venous and arterial blood a relative interindividual variation which cannot be neglected. Like some previously published data, these findings show that the traditional idea of the 'practically constant' internal environment is misleading.

⁵ B. A. HOUSSAY, *Physiologie humaine* (Paris 1950), p. 2.
⁶ E. SCHREIDER, *Exper.* 12, 315 (1956).

PRO EXPERIMENTIS

A Method for the Electrical Stimulation and Registration of the Contractions of an Isolated Skeletal Muscle of *Periplaneta americana* L.

During research on the mode of action of iodo-, bromo- and chloroacetic acid on insects¹, it was considered

¹ S. BETTINI and M. BOCCACCI, *Sel. sci. Pap. Ist. sup. San.* 1, 155 (1956). – G. NATALIZI, S. BETTINI, and M. BOCCACCI, *R. C. Ist. sup. San.* 20, 410 (1957). – M. BOCCACCI, G. NATALIZI, and S. BETTINI, *R. C. Ist. sup. San.* (in press).

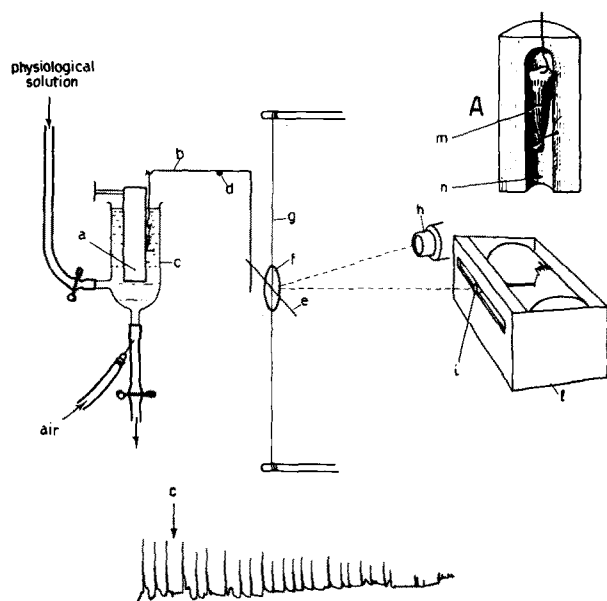
Tableau V

	N	M	σ	V	r
$[H^+]$, sang artériel	49	$3,763 \times 10^{-8}$	$0,131 \times 10^{-8}$	3,48	0,83
$[H^+]$, sang veineux	49	$4,260 \times 10^{-8}$	$0,131 \times 10^{-8}$	3,07	

r = corrélation entre $[H^+]$ artériel et $[H^+]$ veineux.

necessary to find a simple and rapid method for inducing contractions on an isolated insect muscle in contact with different substances in an aerated bath. Since the problem presented several difficulties for its solution, the authors think it worth while to publish the description of the method used.

SOLF² in 1931 recorded on a chimograph the contractions of flexor and extensor muscles of *Decticus* leg, following direct electrical stimulation of the muscles. KRAEMER³ in 1932, PRINGLE⁴ in 1939, DRESDEN⁵ in 1956 and HARLOW⁶ (in press) set up various chimograph recording devices for the contractions of insect leg muscles, following electrical stimulation of the nerve trunk. HEIDERMANNS⁷ in 1931 and CREMER⁸ in 1934, using the same technique, recorded wing muscle contractions on a chimograph. GODEAUX⁹ in 1949, FRITSCH and KRUPP¹⁰ in 1952 and ERDMANN¹¹ in the same year worked on abdominal muscle preparations.



(Upper) Semischematic representation of the apparatus. (A) Detail of the muscle preparation on the paraffin support. (Lower) Effect of iodoacetic acid on the isolated trochanter extensor muscle of *P. americana* following electrical stimulation. (↓c) Iodoacetic acid 1:5000.

None of the above-mentioned methods possess the advantage of a rapid substitution of the solution in which the muscle is immersed, as is normally practiced with vertebrate muscle preparations. This was absolutely necessary for the present investigation; moreover, it was considered useful to be able to stimulate the muscle directly without dissection and stimulation of the corresponding nerve.

Initially, chemical stimulation of the muscle was attempted but no muscle response was ever obtained following the action of KCl, BaCl₂ and acetylcholine.

It was, therefore, deemed necessary to stimulate the muscle electrically in order to produce its contraction, as described in the following method.

Method.—The authors have experimented on *Periplaneta americana* from their laboratory breeding. A metathoracic leg is cut at the level of the trochantine. The exoskeleton of the coxal ventral face is removed and so are the muscles of the superficial layer (135e; 137; 138; 139b and c)¹² uncovering, in so doing, the extensor muscle of the trochanter (135, branches a and c which form a single bundle at the tendon level).

Lifting the extensor muscle slightly, the deep layer muscles (136; 140b, c, d; 139a) are also removed, without however interrupting the exoskeleton covering the coxal dorsal face (which is the side laying on the paraffin support) (Fig. a). A thin varnished copper wire is then passed through the trochanter and hooked to the horizontal lever (b). The positive electrode is bent so as to be in slight contact with the muscle (m), the negative electrode (n) being free in the bath. The preparation is then lowered into an aerated bath containing LÉVY's¹³ physiological solution at room temperature. The right angle lever to which the muscle is suspended turns a galvanometer mirror (f) which reflects a beam of light. The beam's deflections are registered on paper by a photoelectric cell (i) 'Nachlaufschreiber' recorder (j)¹⁴. The voltage used was 6 V and the frequency which gave the best results was 30 cycles/s. Substances were added to the bath through a syringe.

The graph in Figure c shows the muscle preparation response to 2-s electrical stimuli repeated at 2 min intervals. The response of the extensor muscle is quite constant. (In one case, the muscle was stimulated for more than 3 h without the response showing modifications.) Following the addition of iodoacetic acid at the concentration of 1:5000, the muscle response decreases steadily in amplitude and the tonus is increased. After about 30 min, the muscle goes into contracture (Lundsgaard's effect).

It is believed that the advantages of the described technique are: (a) the preparation may be easily set up; (b) the whole muscle surface may be placed in contact with substances added to the saline bath; (c) a maximal amplification and a permanent and accurate registration on paper of the muscle contractions may be obtained*.

S. BETTINI, G. NATALIZI, and
M. BOCCACCI

Department of Parasitology, Istituto Superiore di Sanità,
Rome (Italy), October 21, 1957.

Zusammenfassung

Eine einfache Methode der elektrischen Reizung eines isolierten Extensormuskels (vom Bein der Küchenschabe *Periplaneta americana* L.) wurde beschrieben. Die Methode eignet sich zum Studium des Einflusses von Giften.

¹² C. S. CARBONELL, Smithsonian. misc. Coll. 107, 1 (1947). — D. DRESDEN and E. D. NIJENHUIS, Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch. Amsterdam [C] 56, 1 (1953).

¹³ R. LÉVY, C. R. Soc. Biol. 99, 1482 (1928).

¹⁴ Of the firm Dr. B. Lange, Berlin.

* We have just read the paper by F. BUCHTAL, T. WEIS-FOGH, and P. ROSENFALCK [Acta physiol. Scand. 39, 246 (1957)] who described an ingenious method for recording the contractions of an isolated flight muscle (locust) dipped in a saline bath.

² V. SOLF, Zool. Jb. Abt. Zool. 50, 175 (1931).

³ F. K. KRAEMER, Zool. Jb. Abt. Zool. 51, 321 (1932).

⁴ J. W. S. PRINGLE, J. exp. Biol. 16, 220 (1939).

⁵ D. DRESDEN, Nature 177, 835 (1956).

⁶ P. A. HARLOW, Ann. appl. Biol. (in press).

⁷ C. HEIDERMANNS, Zool. Jb. Abt. Zool. 50, 1 (1931).

⁸ E. CREMER, Zool. Jb. Abt. Zool. 54, 191 (1934).

⁹ J. GODEAUX, Physiol. comp. et Oecol. 1, 352 (1949).

¹⁰ H. FRITSCH and H. KRUPP, Arch. exp. Path. Pharmac. 214, 227 (1952).

¹¹ W. D. ERDMANN, Arch. exp. Path. Pharmac. 216, 576 (1952).