

9. Im Bereich optimaler [ATP] wird die Kontraktion *lange* extrahierter Muskel<sup>8</sup> und Zellmodelle (Fig. 2) durch  $\text{Ca}^{++}$  nicht erhöht.

10. Die Hemmung kurz extrahierter Muskelfasern beruht auf Resten des sog. Marsh-Bendall-(M.B.-)Faktors und die  $\text{Ca}^{++}$ -Wirkung auf der Inaktivierung dieses physiologischen Inhibitors. Bei *lange* extrahierten Muskelmodellen fehlt die  $\text{Ca}^{++}$ -Wirkung, weil der M.B.-Faktor vollständig extrahiert ist<sup>9</sup>.

11. Der M.B.-Faktor verschiebt beim Muskelmodell die Grenze zwischen kontraktionswirksamer und überoptimaler [ATP] auf niedrigere Werte<sup>10</sup>. Analog verschiebt sich diese Grenze nach unten, wenn die Kontraktion kurz extrahierter Zellkulturen in  $\text{Ca}^{++}$ -haltiger und in  $\text{Ca}^{++}$ -freier Lösung verglichen wird (Fig. 2).

12. Die Ähnlichkeit des Verhaltens von Muskel- und Zellmodellen legt den Gedanken nahe, dass auch die kontraktile Strukturen der Zelle ihre Tätigkeit durch Aktivierung und Inaktivierung eines ähnlichen physiologischen Inhibitors regulieren.

13. Dagegen ist es bisher nicht gelungen, durch M.B.-Faktor, der aus Muskel extrahiert ist, die Kontraktion der Zellen zu hemmen. Dies mag eine Frage der Organspezifität sein. Doch fehlt damit der direkte Beweis für einen M.B.-Faktor in der Zelle.

Die weitgehende Ähnlichkeit zwischen der Kontraktion der Zellmodelle und Muskelmodelle verleiht der Vorstellung erhöhtes Gewicht, dass die Fundamentalprozesse der Zell- und Muskelmotilität sehr nahe verwandt sind. Unabhängig hiervon zeigt die Zellkontraktion durch ATP, dass es sich bei dieser Abkuglung der Zelle um eine echte Kontraktion handelt und nicht um eine Erschlaffung, wie es LETTRÉ<sup>11</sup> deshalb annimmt, weil er solche Abkuglung auch durch Senkung eines hohen ATP-Spiegels in der lebenden Zelle erzielen kann. Der Befund LETTRÉ's dürfte eher zu erklären sein in Analogie zu jenen Muskelkontrakturen, die bei abfallendem ATP-Spiegel der Starre vorangehen<sup>9</sup>.

#### LITERATUR

- <sup>1</sup> Z.B. A. V. HILL, *Proc. Roy. Soc. B*, 100 (1926) 87, 108.  
D. MARSLAND, *J. Cell. Comp. Physiol.*, 36 (1950) 205.  
R. GOLDACRE UND J. LORCH, *Nature*, 166 (1950) 497.
- <sup>2</sup> H. H. WEBER UND H. PORTZEHL, *Ergebn. Physiol.*, 47 (1952) 369.
- <sup>3</sup> G. UND M. ULBRECHT, *Z. Naturforsch.*, 7b (1952) 434.
- <sup>4</sup> A. WEBER UND H. H. WEBER, *Biochim. Biophys. Acta*, 7 (1951) 393.
- <sup>5</sup> L. VARGA, *Hungar. Acta Physiol.*, 1 (1946) 1.
- <sup>6</sup> H. PORTZEHL, *Z. Naturforsch.*, 7b (1952) 1.  
W. HASSELBACH, *Z. Naturforsch.*, erscheint demnächst.
- <sup>7</sup> E. BOZLER, *Am. J. Physiol.*, 167 (1951) 276.
- <sup>8</sup> H. PORTZEHL, unveröffentlicht.
- <sup>9</sup> H. H. WEBER UND H. PORTZEHL, *Progr. Biophysics* 1953, im Druck.
- <sup>10</sup> W. HASSELBACH, *Biochim. Biophys. Acta*, erscheint demnächst.
- <sup>11</sup> H. L. LETTRÉ, *Z. Krebsforsch.*, 58 (1952) 621.

Eingegangen den 9. März 1953

## CONTRIBUTION À LA BIOCHIMIE COMPARÉE DES PROTÉINES MUSCULAIRES DANS LES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS DU COEUR

par

S. CRUCK

*Laboratoire de Biologie générale, Faculté des Sciences, Université de Liège (Belgique)*

Nous nous sommes proposé d'étudier, dans ce travail, les protéines musculaires cardiaques en respectant les trois entités physiologiques: ventricule, auricule, tissu nodal.

Nous avons utilisé le cœur de veau. Cet animal présente, en effet, la particularité d'avoir un faisceau de His très bien différencié et facilement repérable depuis le nœud de Tawara, à la partie postérieure de la cloison interventriculaire jusqu'à sa division en fibres de Purkinje. Nous avons séparé, dans le cœur de veaux récemment sacrifiés: auricule, ventricule, tissu nodal propre; à partir de ces trois groupes de tissus des extraits sont réalisés, dans des conditions identiques, et soumis à une semblable analyse électrophorétique. Un muscle squelettique de veau est traité chaque fois de la même manière, à titre de comparaison.

Les essais préliminaires ont porté sur une extraction directe, par des solutions phosphatiques de  $\mu$  0.15 et de  $\mu$  0.40, pH 7.1 à 7.6 (technique utilisée par DUBUISSON<sup>1</sup>), des protéines des trois "segments cardiaques" précités. Nous avons noté une quantité relative de myoalbumine plus importante dans l'auricule et le tissu nodal que dans le ventricule. Le groupe des myogènes présente des variations inverses: il apparaît plus développé dans le ventricule. Aucune différence qualitative ni quantitative n'a été remarquée en ce qui concerne les protéines de structure: myosine et actomyosine.

Nous avons ensuite étudié les extraits obtenus à partir de muscles préalablement déshydratés par l'acétone. La composition de tels extraits a déjà été étudiée par DUBUISSON<sup>2</sup> sur le muscle squelettique du Lapin.

C'est ce même procédé de déshydratation acétonique que nous avons appliqué à la pulpe musculaire obtenue à partir du ventricule, de l'auricule et de la zone contenant le tissu nodal. Les extraits réalisés ensuite (KCl M) sont soumis à l'analyse électrophorétique comparativement au muscle squelettique. Pour la dialyse préalable et l'électrophorèse, on utilise une solution de pH 7.4, de force ionique  $\mu$  0.40 ou  $\mu$  0.15.

a. *Electrophorèses réalisées à  $\mu$  0.40* ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ : 0.048 M;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ : 0.006 M; NaCl: 0.25 M). Elles sont, pour les trois compartiments cardiaques, toutes très semblables et facilement comparables à l'extrait de muscle squelettique. Le gradient correspondant à l'actine apparaît très homogène dans le muscle strié tandis que, dans les trois compartiments cardiaques, il présente une certaine diffusion, qui permet de mettre en doute son homogénéité.

b. *Electrophorèses réalisées à  $\mu$  0.15* ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ : 0.048 M;  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ : 0.006 M; NaCl: 0.05 M). Contrairement aux constatations faites pour  $\mu$  0.40, les images correspondant aux trois compartiments cardiaques sont entre-elles moins identiques et, dans leur ensemble, encore plus différentes de l'image du muscle strié. Celle-ci est très semblable, en tous points, à celle du muscle de Lapin étudié précédemment<sup>3</sup>.

Mais dans les divers compartiments cardiaques, le gradient A correspondant à l'actine dans le muscle squelettique (Fig. 1, a) est occupé ici par deux gradients, de vitesses voisines, et qui encadrent la vitesse de l'unique gradient de l'actine du muscle squelettique. L'importance relative de ces deux gradients, l'un par rapport à l'autre, n'est pas la même dans les trois tissus cardiaques étudiés. Tandis que le plus rapide des deux est relativement bien développé dans les extraits de ventricule (Fig. 1, b), il l'est déjà moins dans les extraits d'auricule (Fig. 1, c), moins encore dans ceux du faisceau de His (Fig. 1, d); d'autre part, le gradient le moins rapide est, au contraire, plus ample dans les extraits de faisceau de His ou d'auricule que dans ceux du ventricule; si bien que la surface totale occupée par ces deux gradients est approximativement la même dans les trois cas.

Les différences relevées dans ces extraits ont sans doute une signification fonctionnelle. De nouvelles recherches sont en cours en vue de déterminer si les trois tissus cardiaques étudiés possèdent des actines différentes de celle du muscle squelettique (comme l'ont déjà signalé HORVATH, KIRALY ET SZERB<sup>3</sup>, dont l'opinion est d'ailleurs contestée par ROSZA<sup>4</sup>), ou si les particularités mises en évidence par la méthode d'analyse électrophorétique sont dues à une distribution différente d'autres protéines dont la nature reste à déterminer.

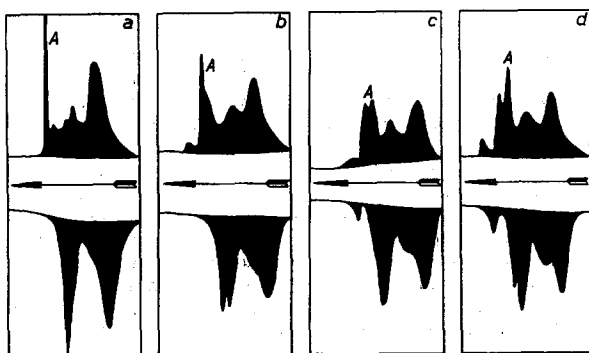


Fig. 1. Tracés électrophorétiques (méthode de TISELIUS-LONGSWORTH) réalisés à  $\mu$  0.15, pH 7.4, après 9,300 sec d'électrophorèse à 2.5 V/cm/sec (a: muscle squelettique, b: ventricule; c: auricule; d: faisceau de His).

#### BIBLIOGRAPHIE

- <sup>1</sup> M. DUBUISSON, *Biol. Reviews*, 25 (1950) 46.
- <sup>2</sup> M. DUBUISSON, *Experientia*, 6 (1950) 269.
- <sup>3</sup> I. HORVATH, C. KIRALY ET J. SZERB, *Nature*, 164 (1949) 792.
- <sup>4</sup> G. ROSZA, *Hung. Acta Physiol.*, 1 (1946) 16.

Reçu le 2 mars 1953