مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية
المجلد ٤ ـ العدد ٣ من ٤٧ إلى ٦٠

ذي القعدة ١٤٠١هـ
ايلول ١٩٨١م

التشكل العضلي والأعصاب

I

للدكتور أحمد خاسكية

كلية العلوم

ـ تطور الخصائص التقلصية للـ L.D.A. و L.D.P. وعلاقته بتشكل الأعصاب الوظيفية .

التشكل العضلي والأعصاب

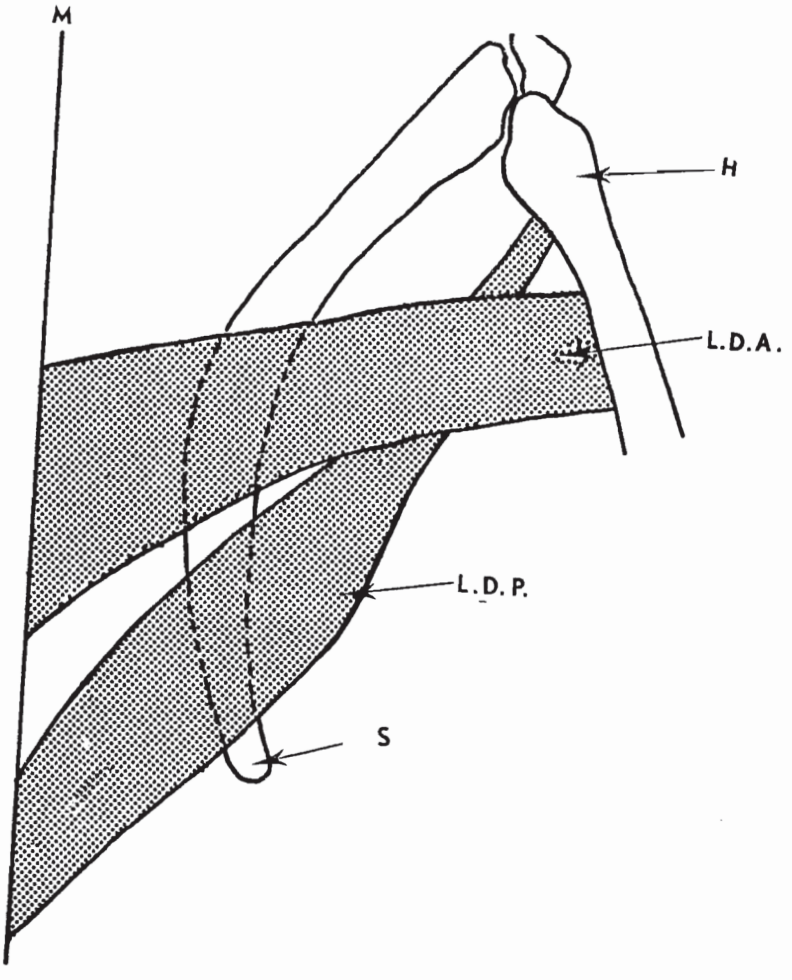
مقدمـــة :

يتجلى التباين في العضلات الهيكلية عند بعض الأنواع الحيوانية مثل الدجاج على سبيل المثال حيث يمكن بسهولة التمييز بين العضـلات الصـدرية البيضـاء والعضـلات الـرجلية الحمراء . لا ينحصر هذا التباين في اللون العضلي وإنمـا يتعـداه ليشمـل أيضـاً الخـواص الميكانيكية[١] والبنيوية[٢، ٣] .

يلاحظ عند معظم الحيوانات بأن عدم التجانس في العضلات المخططة ليس إعتباطياً وإن بعض الخصائص العضلية تتلاقى مع نمط إعصاب متميز . وحقيقة الأمر أنه منـذ عام ١٩٥٣ (b,a) أظهر Kuffler [٤، ٥] ومعاونوه عند الضفدع بأن الألياف العضلية ذات التقلص البطيء إنما تعصبها محاور عدة تتصف بأقطار قبل إنتهائية صغيرة ، وتتوزع هذه المحاور على طو ل الألياف العضلية بحيث يكون نصيب الليف الواحد أكثر من محور عصبي . يدعى نمط الإعصاب الناتج متوزعاً أو Innervation distribuée .

أما الألياف العضلية ذات التقلص السريع فتكون معصوبة بمحاور ثخينة القطر القبل إنتهائي فتشكل الإعصاب الصفيحي Innervation en plaques الموصوف من قبل Couteaux عام ١٩٤٧[٦] .

هدفت الأبحاث في الثلاثين سنـة الأخـيرة (ضمـن هذا المجـال) إلى إيضـاح دور الأعصاب في تحديد الخواص العضلية والى البرهان على أن تواجد هذا النمط من الأعصاب مع تلك الخصائص العضلية ليس مجرد صدفة خالصة .



شكل - ١

تمثيل تخطيطي لتموضع العضلات الظهرية الكبرى عند الدجاج ، منظر ظهري .

L.D.A. = العضلة الظهرية الكبرى الأمامية .

L.D.P. = العضلة الظهرية الكبرى الخلفية .

H = عظم العضد .

S = عظم لوح الكتف .

M = المحور المتوسط للعمود الفقري .

يمكن التعرف على العضلتين وتمييزهما بسهولة عن بعضهما البعض بفضل شكلهما المتباين ومستوى إرتباط أوتارهما على العضد من جهة وعلى العمود الفقري من جهة أخرى . تساعد هذه الخصائص السابقة على رفع هذه العضلات منذ مرحلة / ٣٤/ أي ثمانية أيام من الحضن

وقع إهتمامنا ضمن هذا المجال على دراسة العلاقة بين التمايز العضلي البنيوي والوظيفي من جهة وبين تشكل الأعصاب المحركة من جهة أخرى ، ثم على تحليل آلية التدخل العصبي في تشكل وتمايز العضلات المخططة .

من أجل تحقيق هذا الهدف وقع اختيارنا على العضلات الظهرية الكبرى عند الدجاج Latissimus dorsii الأمامية Antérieur والخلفية Postérieur أو L.D.A. و L.D.P. على الترتيب (شكل ـ ١) . ترتبط العضلة الأمامية الى الخط المتوسط الفقري من الناحية العلوية والى عظم العضد من الناحية السفلية وذلك عبر وصلات عضلية ـ وترية ، في حين ان العضلة الخلفية وكما يشير إليها اسمها ترتبط الى الخط المتوسط الفقري في مستوى يخلف العضلة الأمامية ولكنها تتجه الى الأمام والأسفل لترتبط بالعضد بعد تقاطعها مع الجزء السفلي من العضلة الأمامية (L.D.A.) .

تتألف العضلة الأمامية من ألياف معصوبة بعناقيد انتهائية En grappes مضاعفة تتوزع على طول هذه الألياف ، وتملك خواص تقلصية من نمط بطيء . ولكن العضلة الخلفية L.D.P. تحتوي مجموعة من الألياف العضلية معظمها ذو نمط إعصاب صفيحي بحيث يكون لكل ليف منها مشبك عصب ـ عضلي واحد فقط ، كما أنها تتميز بتقلصات سريعة [٧، ٨، ٩] .

المواد الاختبارية والتقنيات :

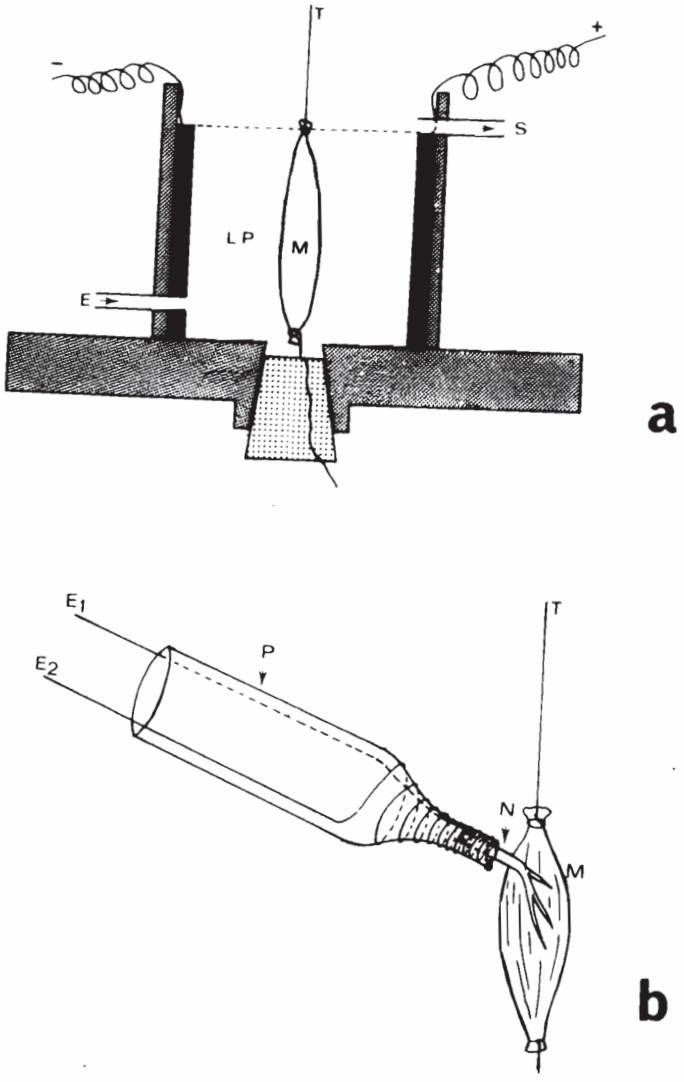
أجريت التجارب على العضلات الظهرية الكبرى عند الدجاج في مراحل جنينية وبعد النقف حصل عليها من حضن بيوض النوع (Gallus Gallus L.) في درجة حرارة ٣٨ مئوية وفي جو ذي رطوبة وتهوية ملائمتين .

نبهت العضلات بصدمات كهربائية مباشرة أو كتلوية Stimulation de masse (شكل ـ ٢) أو عن طريق أعصابها المحركة Stimulation nerveuse ، كما سجلت الحركات التقلصية ضمن شروط قرب متساوية الطول Sub - isométriques وذلك باستخدام محول ميكانيكي ـ كهربائي Transducteur mécano - électrique موصول إلى أوسلوسكوب ذي ذاكرة ، ورويت العضلات بسائل تيرود الفيزيولوجي المسخن الى درجة ٢٨ م° .

النتائج :

آ ـ النشاطات الميكانيكية المتولدة عن تنبيه كهربائي مباشر :

يسمح هذا النمط من التنبيه بدراسة مباشرة للجهاز القلوص العضلي دون تدخل



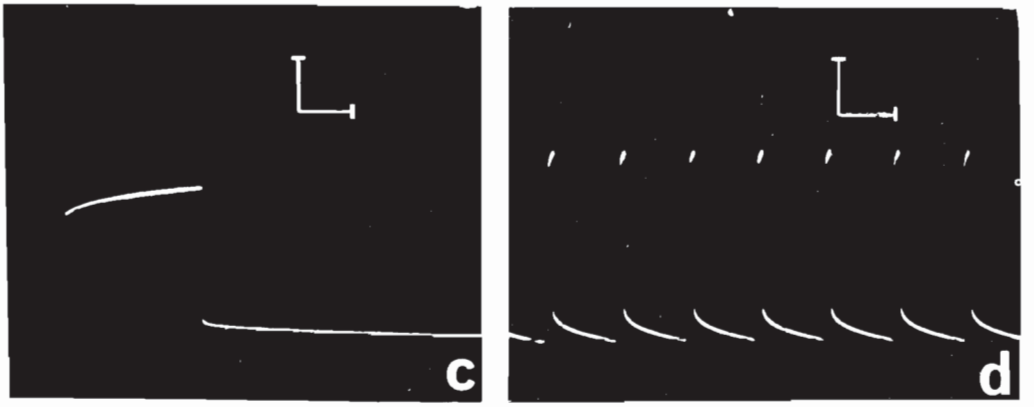
شكل - ٢

التحضيران المستخدمه من أجل تنبيه العضله او العصب .

a) مخطط لحجرة الحقن « الري » فى حالة التنبيه المباشر الكتلوى .

شدت العضلة (M) بواسطة خيط الى المحول الميكانيكى - الكهربائى (T) من جهة ثم ثبت فى قعر حجرة الحقن من جهة أخرى وذلك ضمن شروط قرب متساوية الطول . يرد سائل الحقن الحجره عبر المدخل (I) ويعاد ريه العضله يسيل عبر الفتحة (S) حيث يحافظ على مستوى السائل الفيزيولوجى (L.P.) ثابتا . تتوازن العضله فى وسطها الجديد بعد ١٥ دقيقة من الري ثم تنبه بواسطة صدمات تتولد ما بين صفيحتين من الفضه (باللون الأسود على الصوره) .

b) تركيب استخدم فى حالة التنبيه العصبي « اللامباشر » ثبتت العضلة (M) وشدت كما هى الحالة فى (a) ، ثم أدخل عصبها المحرك (N) بواسطة المص عبر قطارة مناسبة (P) ذات مسرى داخلى (E1) وآخر خارجى (E2) معزولين فى معا نهايتيهما .



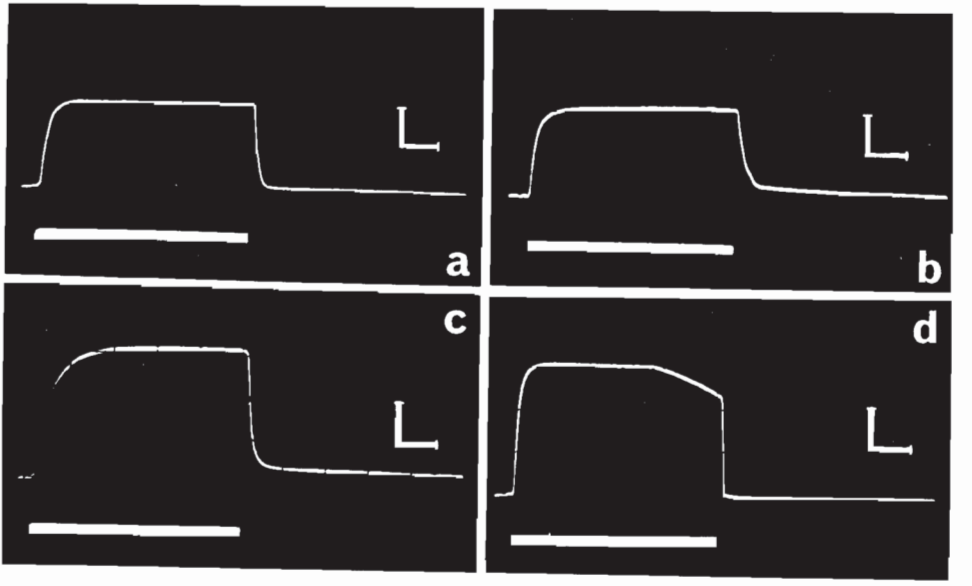
C) تسجيل لصدمة كهربائية معزولة .
المقياس الأفقي ١ مل ثا والشاقولي ١ ڤولت.
d) تسجيل لقطار من الصدمات الكزازية .
المقياس الأفقي ٢٠ مل ثا والشاقولي ١ ڤولت .

لكمونات العمل الغلافية ، حيث يطبق فرق في الكمون واحد على طول الليف العضلي .
لقد تمكنا من تسجيل النشاطات الميكانيكية لعضلات .L.D.A و .L.D.P إعتبارا من اليوم الرابع عشر من الحضن (المرحة ٤٠ حسب Hamburger et Hamilton) (شكل - ٢) .
تملك العضلتان الأمامية والخلفية في هذه المرحلة نفس الخصائص الميكانيكية المتعلقة بالكزاز الأعظمي ، وحقيقة الأمر أن زمن الطور الصاعد لهذا الكزاز هو واحد بالنسبة للعضلتين ، وكذلك هو الأمر بالنسبة لزمن الطور النازل . إنها تقلصات من نمط بطيء . ولكن في اليوم السادس عشر من الحضن (مرحلة ٤٢) : تتطور العضلة الخلفية نحو النمط السريع حيث يقل زمن نصف تقلصها الكزازي الأعظمي وكذلك زمن نصف الاسترخاء ، أما الـ .L.D.A فتتطور في منحى معاكس للـ .L.D.P لتصبح أكثر بطئاً . يسمح هذا التمايز منذ هذه المرحلة بتفريق العضلتين على المستوى الوظيفي .

يبين الشكل (٣) كون العضلتين .L.D.A و .L.D.P تملكان نفس الزمن لنصف كزاز أعظمي بمقدار ٥٠٠ مل ثانية تقريباً . وفيما بين المرحلتين ٤٠ و٤٢ تبدأ الـ .L. D. A والـ .L.D.P بالتمايز نحو النمط البطيء للأولى والسريع بالنسبة للثانية ، بحيث أنه في مرحلة يومين بعد النقف يصبح زمن نصف الكزاز الأعظمي للـ .L.D.A من رتبة ٧٥٠ مل ثانية في حين أن هذا الزمن بالنسبة للعضلة السريعة ليس إلاّ من رتبة ٢٨٧ مل ثانية ، وهذا ما يؤدي الى نسبة A / P = ٢,٦ مرة تقريباً . أما في مرحلة ١٤ يوم بعد النقف فلا يتجاوز زمن نصف الكزاز الأعظمي ٦٠ مل ثانية بالنسبة للعضلة السريعة بينما يستقر على ٤٨٠ مل ثانية في العضلة البطيئة وتصبح النسبة A / P = ٨ مرات بالنسبة لهذا الزمن .

هناك فرق آخر يميز الـ .L.D.A عن .L.D.P على المستوى الوظيفي أيضاً وهو أن بعض عضلات .L.D.P في اليوم السادس عشر من الحضن (مرحلة ٤٢) تبدأ بالاستجابة بنفضة عضلية سريعة تجاه صدمة كهربائية واحدة معزولة ولكن عدد هذه العضلات قليل (٢/ ١٥) . أما في اليوم العشرين من الحضن (مرحلة ٤٥) فإن معظم عضلات .L.D.P تكتسب هذه الخاصة المميزة للعضلات السريعة .

يلاحظ أيضاً بأن التطور الأكثر أهمية بالنسبة لزمن التقلص (a) ولزمن نصف الاسترخاء (b) إنما يحصل في مراحل حول النقف ، كما تجدر الاشارة الى أن الـ .L.D.P تصبح بطيئة بعض الشيء في حوالي الأسبوع الثالث بعد النقف (شكل - ٤) . وعلى النقيض من ذلك لا يمكن للـ .L.D.A حتى مرحلة ١٠ أيام بعد النقف أن تستجيب بالتقلص تجاه صدمة واحدة معزولة إلاّ أنها تكتسب هذه الخاصة Coup pour Coup إعتباراً من الاسبوع الثالث بعد



شكل - ٣

التقلصات الكزازيه للعضلات الظهرية الكبرى الجنينية .

a) كزاز أعظمي للعضلة الأمامية في مرحلة ٤٠ (١٤ يوم من الحضن) .

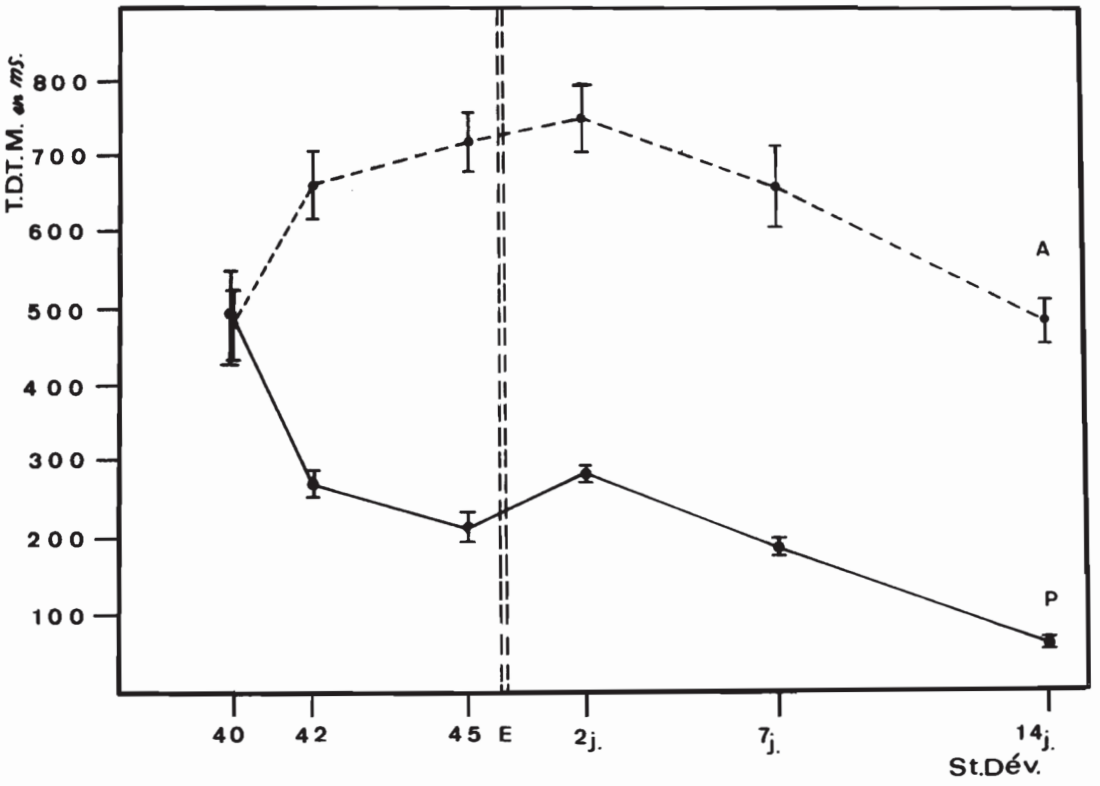
b) كزاز أعظمي للعضلة الخلفية في مرحلة ٤٠

c) كزاز أعظمي للعضلة الأمامية في مرحلة ٤٢ (١٦ يوم من الحضن) .

d) كزاز أعظمي للعضلة الخلفية في مرحلة ٤٢

المقياس الأفقي ٢ ثانية .

المقياس الشاقولي ٨٠ مغ في)a و b(و ٤٠٠ مغ في (c و d(يشير الأثر السفلي الى زمن التنبيه بتردد مقداره ٤٠ صدمة / ثانية .



شكل - ٤

تطور زمن نصف الكزاز الاعظمي (T.D.T.M.) بالنسبة للعضلة الأمامية L.D.A. (A) والخلفية L.D.P. (P) عند الدجاج خلال مراحل التشكل الجنيني وبعد النقف .

المراحل الجنينية ٤٠ ، ٤٢ ، ٤٥ وبعد النقف (E) V . C و ١٤ يوم .

يلاحظ في المرحلة الجنينية / ٤٠/ بأن العضلتين تتصفان بنمط تقلصي وسطي وإن تمايزهما نحو النمط السريع والبطيء يظهر إعتباراً من المرحلة ٤٢ .

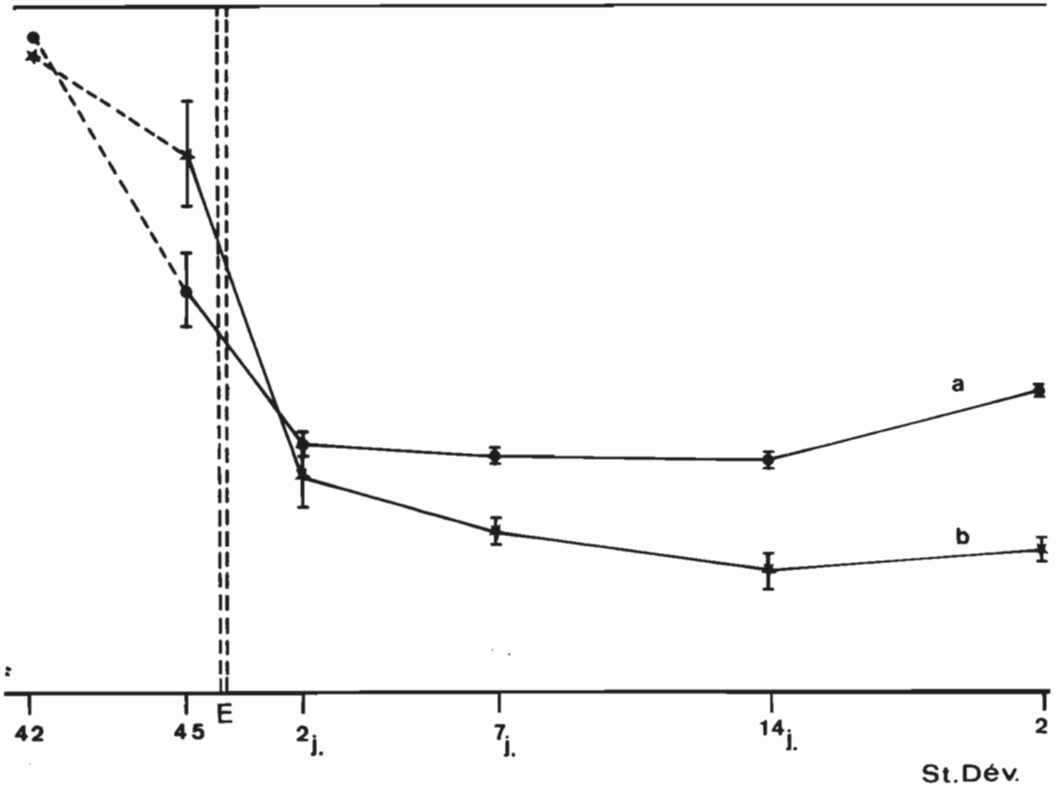
النقف مع المحافظة على زمن تقلص واسترخاء أكثر بطئاً بحوالي أربع مرات من تلك للـ L.D.P. في نفس المرحلة من التطور .

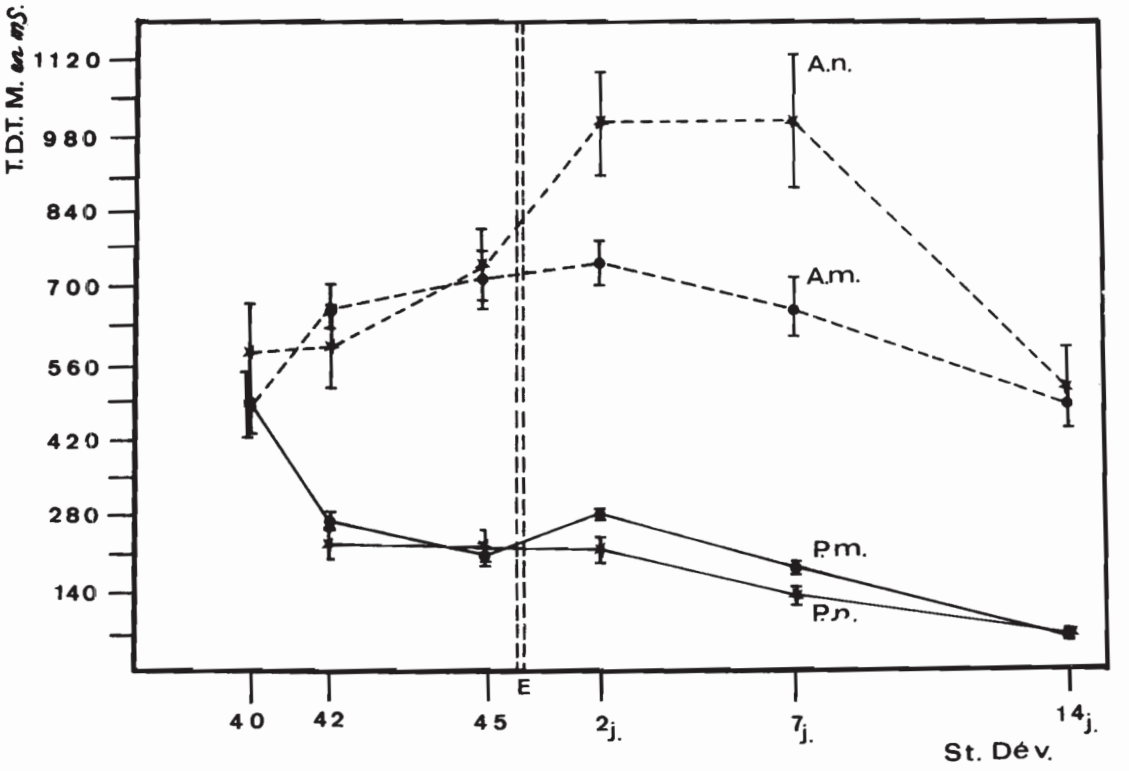
ب ـ النشاطات الميكانيكية المحرضة بالتنبيه العصبي :

يهدف هذا النمط من التنبيه الى معرفة فيما اذا كان هناك اختلاف زمني في نضوج المشابك العصب ـ عضلية بين الجملة المحركة البطيئة L.D.A. والجملة المحركة السريعة L.D.P. ، وكذلك الى مقارنة الأجوبة الميكانيكية للجملتين في حالة تنبيه مباشر وتنبيه غير مباشر .

إن تفحص الشكل (٥) يمكن من التأكد بأن تنبيه الـ L.D.P. عبر عصبها المحرك ليس فعالاً في مرحلة / ٤٠/ وإنما يصبح ممكناً إعتباراً من مرحلة / ٤٢/ حيث تكشف الـ L.D.P. عن كونها عضلة سريعة بالنسبة للـ L.D.A. . وعلى النقيض من ذلك فان تنبيه الـ L.D.A. في مرحلة / ٤٠/ إنما يظهر كزازاً من نمط بطيء . يتوافق هذا الفرق الزمني الكائن بين نضوج الجملتين السريعة والبطيئة مع تفاوت في التشكل العضلي والتمايز في البنية المجهرية الالكترونية كما سوف نرى ذلك خلال بعض المراحل الجنينية .

يلاحظ أيضاً بالنسبة للـ L.D.A. في مرحلتي يومين بعد النقف وسبعة أيام بأن زمن نصف الكزاز الأعظمي في حالة تنبيه عصبي أكبر منه في حالة تنبيه كهربائي مباشر ، ولكن الحالة تكون معكوسة بالنسبة للـ L.D.P. . أما في مرحلة ١٤ يوم بعد النقف فإن نمطي التنبيه يؤديان الى زمن نصف كزاز أعظمي متقارب .


a
b
42
45
E
2j.
7j.
14j.
2
St.Dév.



شكل ـ ٦

تطور زمن نصف الكزاز الأعظمي للعضلات الظهرية الكبرى الأمامية (A) والخلفية (P) خلال مراحل التشكل الجنيني وبعد النقف : مقارنة بين التقلصات الناتجة عن تنبيه مباشر (كتلوي) وتنبيه غير مباشر (عصبي) .

A.n. تنبيه عصبي للعضلة الأمامية .

A.m. تنبيه كتلوي للعضلة الأمامية .

P.m. تنبيه كتلوي للعضلة الخلفية .

P.n. تنبيه عصبي للعضلة الخلفية .

أما المراحل الجنينية فهي ٤٠ ، ٤٢ و٤٥ متبوعة بالمراحل ٢ ، ٧ و١٤ يوماً بعد النقف (E) .

BIBLIOGRAPHIE

1 — RANVIER, L. - 1874 - De quelques faits relatifs à l'histologie et à la physiologie des muscles Striés. Arch. Physiol. Norm. Pathol., 1, 5-15

2 — PRENANT, A. - 1912 - Problèmes Cytologiques généraux soulevés par l'étude des cellules en Sarcoplasme. J. Anat. Physiol., 48, 259-286.

3 — KRÜGER, P. - 1929 - Über einen möglichen Zusammenhang Zwischen Struktur, Funktion und chemischer Beschaffenheit. Biol. Zentr., 49, 616-622.

4 — KUFFLER, S.W. and VAUGHAN - WILLIAMS, E.M. - 1953 a - Small-nerve junctional Potentials. The distribution of Small motor nerves to frog Skeletal muscle, and the membrane characteristics of the fibres they innervate. J. Physiol. (London), 121, 289-317.

5 — KUFFLER, S.W. and VAUGHAN-WILLIAMS, E.M. - 1953 b - Properties of the «slow» skeletal muscle fibres of the frog. J. Physiol. (London), 121, 318-340.

6 — COUTEAUX, R. - 1947 - Contribution à l'étude de la Synapse myoneurale (Buisson de Kühne et plaque motrice). Rev. Canad. Biol., 6, 563-711.

7 — GINSBORG, B.L. - 1960 - Some properties of avian skeletal muscle fibres with multiple neuromuscular junctions. J. Physiol. (London), 154, 581-598.

8 — GINSBORG, B.L. and MACKAY, B. - 1961 - A histochemical demonstration of two types of motor innervation inavian skeletal muscle, Bibliotheca Anat., 2, 174-181.

9 — HNÍK, P., JIRMANOVÁ, I., VYKLICKÝ, L. and ZELENÁ, J. - 1967 - Fast and slow muscles of the chick after nerve cross-union. J. Physiol. (London), 193, 309-325.