

L'ELECTROMYOGRAPHIE DU PENIS : UNE NOUVELLE EXPLORATION DU MUSCLE LISSE CAVERNEUX ET DE SON CONTROLE NEUROLOGIQUE ?

Quittelier E, BUVAT J, LEMAIRE A, BUVAT-HERBAUT M, MARCOLIN G, RIGOT JM

Association pour l'Etude de la Pathologie de l'Appareil Reproducteur et de la Psychosomatique (EPARP)
47-49 rue de la Bassée, 59000 LILLE (FRANCE)

ELECTROMYOGRAPHY OF THE HUMAN PENIS : A NEW INVESTIGATION OF THE CAVERNOUS SMOOTH MUSCLE AND ITS NEUROLOGICAL CONTROL ?

The authors have investigated the electrical activity of corpus cavernosus, first according to Wagner and Gerstenberg' method, then, since one year, according to Stief method, in the basal state and following intracavernosal injection of vasoactive agents, or following various stimulation tests. They have found again the electrical activity described by these authors, but have been confronted with the difficulty in quantifying the data. Specially single potential analysis seems to them little reliable and reproducible for an objective interpretation. At this stage of their experience, they test two simpler criteria interpretation : the richness of the electrical activity, and the reactivity of the recording to various stimulations. Their preliminary results suggest a correlation between those criteria and the state of the autonomic nervous system of the penis. **Key-words** : impotence, penile electrical activity, smooth muscle fibers of corpus cavernosus, autonomic nervous system, diagnosis. **Andrologie, 1991, 1 : 109-111.**

De nombreux tests ont été proposés pour explorer le système nerveux impliqué dans l'érection (tableau 1). Force est cependant de constater que presque tous explorent le versant sensori-moteur, qui ne joue qu'un rôle accessoire dans l'érection (1). Seule l'étude de la latence de la réponse de la musculature striée du périnée à la stimulation électrique du col vésical selon la méthode de Bradley permettrait d'évaluer la qualité du système nerveux parasympathique sacré au niveau de la branche afférente de ce réflexe. Cependant ce test, qui nécessite l'introduction dans l'urèthre d'une électrode volumineuse, est pénible, et entraîne souvent des infections urinaires. On ne disposait donc jusqu'à tout récemment d'aucun test explorant spécifiquement le système neurovégétatif, qui est en fait le plus important pour le contrôle de l'érection.

Ceci explique l'intérêt considérable qu'ont suscité Wagner et Gerstenberg lorsqu'ils ont décrit pour la première fois en 1989 une activité électrique spontanée dans les corps caverneux (AECC) de

l'homme (3,6). Présente à l'état basal, celle-ci diminue lors de l'érection induite par stimulation sexuelle visuelle. Ils en ont déduit que L'AECC était probablement corrélés au tonus des fibres musculaires lisses des corps caverneux, maximum à l'état de flaccidité, et s'atténuant au cours de l'érection sous l'influence du système nerveux végétatif qui le contrôle. Wagner et Gerstenberg ont pensé que pour cette raison, cette exploration pouvait être le premier test explorant de manière spécifique le système nerveux végétatif.

Tableau 1 : Tests présumés explorer le système nerveux impliqué dans l'érection.

Explorant le versant somatique sensori-moteur :

- EMG du plancher pelvien
- latence du réflexe bulbo-caverneux
- potentiels évoqués somesthésiques du nerf honteux interne
- latence distale motrice du nerf honteux interne
- vitesse de conduction sensitive du nerf dorsal du pénis
- seuil de sensibilité du nerf dorsal du pénis

Explorant le versant végétatif :

- mesure du temps de latence de la réponse musculaire pelvienne à la stimulation du col vésical par électrode endo-urétrale (Méthode de Bradley).
- innervation végétative vésico-sphinctérienne (explorations urodynamiques)
- étude de l'activité électrique du muscle caverneux (AECC) ?

Nous avons nous même utilisé leur méthodologie et avons confirmé l'existence d'une activité électrique dans les corps caverneux, comportant les mêmes caractéristiques que celles qu'ils avaient décrites (4) (fig. 1). Afin de vérifier que cette activité électrique était bien corrélée à l'activité fonctionnelle du muscle caverneux, nous l'avons enregistrée avant puis après injection intracaverneuse de différentes substances connues pour leur capacité à relaxer ce muscle lisse (2). Nous avons effectivement observé une diminution de cette activité électrique au-fur-et-à mesure que l'érection se développait, aboutissant dans la plupart des cas à une extinction presque complète au stade de rigidité totale, où l'on peut présumer que la relaxation musculaire est maximale (fig. 2).

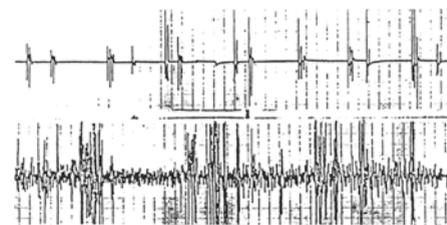


Figure 1 : 2 types d'activité électrique du corps caverneux (AECC) enregistrés par électrode aiguille chez des hommes normaux avec déroulement lent (5 mm/sec) du papier.

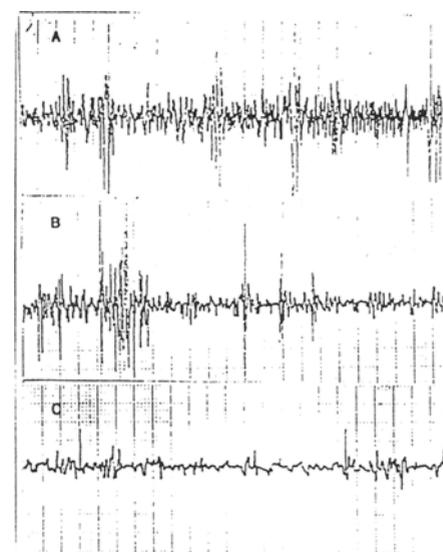


Figure 2 : AECC chez un paraplégique impuissant avant (A), 10 mn après (B, intumescence sans rigidité) et 20 mn après (C, rigidité complète), injection intracaverneuse de 20 mg de papavérine.

L'activité électrique des corps caverneux semble donc bien corrélée au tonus des fibres musculaires lisses, dont la contraction contrôle la flaccidité et la relaxation contrôle l'érection, puisqu'elle est diminuée lors de leur relaxation pharmacologique. Elle pourrait donc correspondre à l'activité électrique de la fibre musculaire lisse elle-même. Si cette hypothèse se confirmait, l'enregistrement de l'AECC serait susceptible de fournir des renseignements sur 3 paramètres différents :

- 1 - l'activité du système neurovégétatif contrôlant le tonus des fibres lisses, ce qui constituerait le premier test diagnostique spécifique des impuissances neurologiques, par atteinte élective du système nerveux végétatif.
- 2 - l'état fonctionnel des fibres musculaires lisses, c'est à dire leur état de contraction ou de relaxation, qu'il est très important de connaître dans

certaines explorations dont les résultats ne sont fiables qu'à condition d'une parfaite relaxation, comme la pharmacocavernométrie.

3 - enfin la qualité fonctionnelle de ces fibres lisses, donnant peut être le moyen de détecter un processus de fibrose infraclinique ou de dégénérescence qui contre indiquerait une chirurgie de revascularisation.

Lorsque nous avons voulu vérifier cette hypothèse, nous nous sommes trouvés confrontés à la quasi-impossibilité de quantifier les données des examens faits avec la méthodologie de Wagner et Gerstenberg ; aussi avons nous été très intéressés par les travaux de Stief (5) qui, le premier, a analysé l'aspect morphologique des potentiels unitaires selon une méthode susceptible de faciliter cette quantification, en utilisant un déroulement rapide de l'enregistrement permettant de mieux analyser la morphologie des potentiels. Nous avons à notre tour utilisé cette méthode, et rapportons ici notre expérience après 1 an.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons suivi la méthodologie de Stief et al (2) en utilisant un Neuromatic 2000 (Dantec, Copenhague), et plus récemment un Counterpoint (Dantec, Copenhague), avec enregistrement sur enregistreur Gould type 21 F 02 (Disa, Copenhague) à deux pistes, avec déroulement rapide du papier (5mm/sec). La bande passante étant comprise entre 0,2 Hz et 30 Hz, et le gain entre 50 μ v et 20 μ v /division.

Nous avons effectué les enregistrements à l'aide d'une aiguille de détection co-axiale de 50 mm insérée dans le muscle caverneux et, comme Stief, nous avons également enregistré l'activité électrique par des électrodes de contact circulaires, ce qui apparaît évidemment un avantage considérable puisque dans ce cas l'examen n'est plus invasif.

Depuis un an, nous avons exploré 58 hommes âgés de 18 à 55 ans, comprenant en particulier 3 hommes normaux non impuissants, 9 éjaculateurs prématurés avec érections normales, 16 cas d'impuissance psycho-fonctionnelle selon la normalité de l'enregistrement pléthysmographique et rididométrique de leurs érections nocturnes, et 5 cas d'impuissance exclusivement neurogène par neuropathie périphérique (2 neuropathies diabétiques et une neuropathie iatrogène chirurgicale après amputation du rectum) ou centrale (2 paraplégiques).

Chaque enregistrement a duré de 30 à 45 mn. L'étude de l'activité basale a toujours été complétée soit par des épreuves de stimulation susceptibles d'activer le système nerveux sympathique (hyperpnée, bruit, glace placée sur la peau près du périnée, stimulation sexuelle audio-visuelle), soit par l'étude de la réponse à une injection intracaverneuse d'une substance vaso-active.

RESULTATS ET DISCUSSION

Nos résultats ont confirmé les données de Stief qui avait pu le premier enregistrer une activité électrique au niveau du pénis par des électrodes de surface. Cependant les tracés enregistrés simultanément chez le même sujet par électrode de surface et électrode aiguille intracaverneuse n'étaient pas complètement synchronisés (fig. 3). Les potentiels n'apparaissent pas de manière concomitante, et la polarité était différente avec les deux enregistrements. Ceci s'explique probablement par le fait qu'au contraire de l'électrode-aiguille intracaverneuse, qui est focale, l'électrode de surface enregistre l'activité d'un ensemble de fibres musculaires lisses. Globalement toutefois, la richesse ou la pauvreté de l'activité sont superposables avec les 2 modes d'enregistrement. Les potentiels que nous avons recueillis pouvaient être classés en 3 grands types (fig. 4):

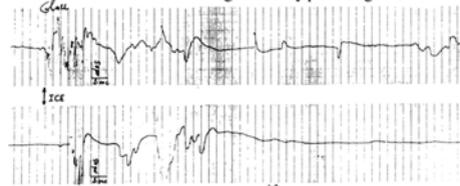


Figure 3 : enregistrement simultané de l'AECC par électrode aiguille (tracé A) et électrodes de surface (tracé B) chez un même sujet normal après apposition de glace (Icc) sur l'aine (déroulement rapide).

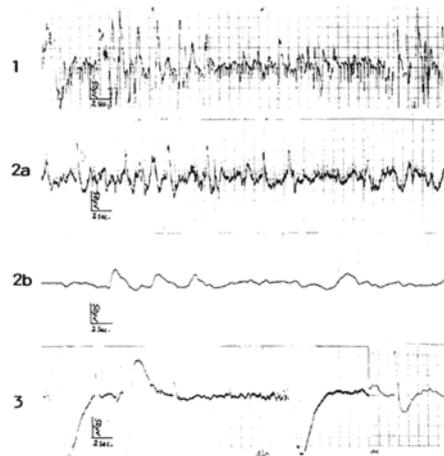


Figure 4 : Principaux types de tracés observés en cas d'enregistrement à l'aiguille avec déroulement rapide : 1. Tracé d'activité instable (sujet normal, début d'enregistrement). 2a. Tracé avec potentiel polyphasique d'activité riche (sujet normal). 2b. Tracé avec potentiels polyphasiques d'activité pauvre et de longue durée (impuissance d'origine neurogène périphérique chez un diabétique, un potentiel de 12 secondes comportant 6 phases, suivi environ 10 secondes après d'un potentiel biphasique de 5 secondes). 3. Potentiel biphasique type "pointe onde" (2 tracés chez des sujets normaux).

1 - tracés d' "activités instable" : dans ce cas les potentiels ne sont pas individualisables. L'activité est très riche. Ce type de tracé est observé en début d'enregistrement, pendant 5 à 15 minutes. Ce semble être une activité parasitaire dont il ne faut pas tenir compte pour le diagnostic.

2 - Potentiels polyphasiques (plus de 4 phases) : ils sont soit isolés, soit groupés en salves, l'activité pouvant être riche (occupant plus de 50 % du temps d'enregistrement), pauvre (au plus 3 potentiels par mn) ou intermédiaire. 3 - Potentiels mono, bi ou triphasique dont les plus caractéristiques sont ceux qui ont un aspect de "pointe-onde", décrits par Stief sous le terme de "Whips" : ils sont caractérisés par une dépolarisation brève suivie d'une repolarisation lente. Stief considère ce type de potentiel comme pathologique : ce n'est pas notre avis car nous en avons nous-mêmes trouvé chez tous nos témoins normaux et tous les éjaculateurs prématurés à érections normales.

Nous avons analysé chacun des potentiels individuels en tenant compte des quatre critères habituellement utilisés pour l'analyse électromyographique des potentiels : morphologie, amplitude, durée, et fréquence. La morphologie et la durée de ces potentiels individuels varient à l'infini, sans aucune reproductibilité, y compris chez le même individu, à l'exception des pointes-ondes. De même, l'amplitude est très variable et, faute de reproductibilité, la fréquence ne peut être calculée. Ceci nous fait douter de la fiabilité d'une analyse basée sur ces critères. L'interprétation de l'analyse morphologique des potentiels est en effet subjective, la reproductibilité de l'examen est médiocre, et la quantification laborieuse et imprécise, hormis pour les "pointes-ondes".

En définitive, baser l'analyse sur les critères morphologiques fait de cet examen une exploration très lourde et sans conséquence pratique évidente. Pour ces raisons, après un an d'expérience décevante de l'analyse morphologique, nous avons décidé de privilégier 2 critères plus simples et mieux reproductibles.

- d'une part la richesse globale de l'activité électrique. Nous parlons d'activité riche si elle occupe plus de 50 % du temps d'enregistrement (fig. 5), d'activité pauvre si elle est inférieure ou égale à trois potentiels par minute (fig. 5), et d'activité intermédiaire dans les autres cas. Parmi 10 témoins non impuissants, aucun n'avait de tracé pauvre, tandis que parmi cinq impuissants dont l'origine neurologique était certaine, trois avaient un tracé pauvre, et aucun un tracé riche.

- d'autre part la réactivité du tracé à la stimulation. Pendant nos enregistrements chez les témoins normaux, nous avons presque toujours observé des modifications des tracés lors des tests de stimulation, en notant, surtout après la stimulation par le bruit ou par l'hyperpnée (fig. 6 et 7) un très net enrichissement après l'application de glace sur l'aine. Nous avons observé un certain contraste entre les sujets témoins, chez qui l'enrichissement était constant et important, et certains impuissants à participation neurogène

plausible, chez qui la réponse était faible. Peut-être l'enrichissement observé chez les sujets normaux traduit-il l'activation du système nerveux végétatif s'exprimant alors par le recueil des potentiels végétatifs cutanés, et non musculaires, car nous avons trouvé une corrélation étroite entre enrichissement de l'AECC et apparition de potentiels cutanés végétatifs recueillis sur les mains (fig.7 et 8).

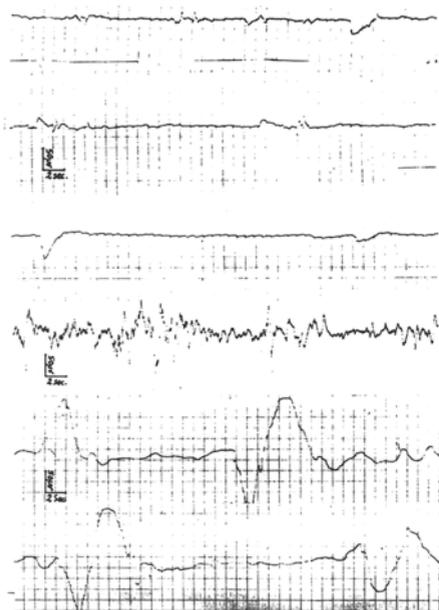


Figure 5 : Tracé d'activité riche chez un sujet à érection normale (4ème ligne) contrastant avec 2 tracés d'activité pauvre chez des impuissants neurogènes, l'un d'origine centrale (paraplégique, 3 lignes du haut), l'autre d'origine périphérique (neuropathie diabétique, 2 lignes du bas). (enregistrements à l'aiguille).

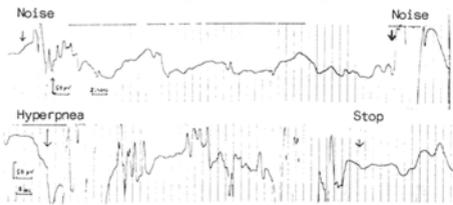


Figure 6 : Enrichissement du tracé d'un impuissant psychogène de 30 ans en réponse au bruit (Noise) puis à l'hyperpnée. Noter la rapidité de l'enrichissement de l'activité, qui ne diminue ensuite que lentement. (électrode aiguille).

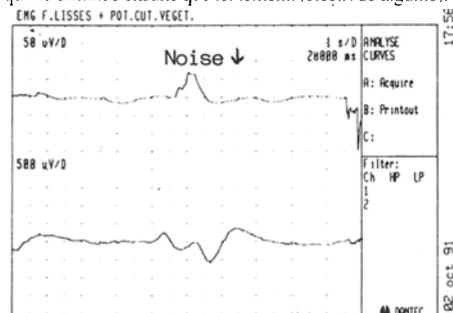


Figure 7 : Réponse au bruit (Noise) enregistrée sur Counterpoint Dantec par électrodes de surface au niveau du pénis (ligne du haut) et de la face palmaire de la main (ligne du bas). Noter le synchronisme des réponses et la ressemblance des morphologies des potentiels.

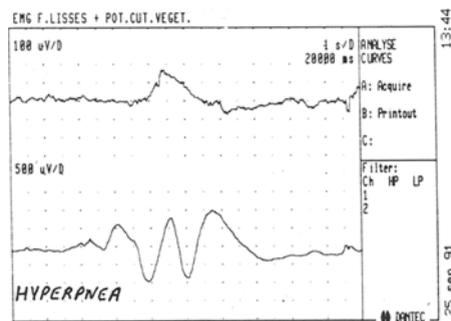


Figure 8 : Réponses à l'hyperpnée enregistrée sur Counterpoint Dantec par électrodes de surface au niveau du pénis (ligne du haut) et de la face palmaire de la main (ligne du bas). Noter le synchronisme des réponses.

CONCLUSIONS

Il ne fait pas de doute qu'on peut enregistrer une activité électrique tant à l'intérieur qu'à la surface des corps caverneux. Les significations physiologique et pathologique de cette activité restent à élucider. Elle paraît toutefois corrélée au tonus des fibres musculaires lisses des corps caverneux.

L'analyse quantitative de cette activité nous paraît aujourd'hui très hasardeuse. Au stade où nous en sommes de notre expérience, nous proposons plutôt de retenir deux critères d'ordre qualitatif. En premier la richesse ou la pauvreté du tracé, et en second, la réactivité aux stimulations. Nos premiers résultats suggèrent une certaine corrélation entre ces critères et l'état du système nerveux végétatif du pénis. Il reste cependant beaucoup à faire pour vérifier que l'électromyographie du pénis peut réellement constituer le premier test diagnostic spécifique de l'impuissance neurologique.

REFERENCES

- 1 - Buvat J, Buvat-Herbaut M, Lemaire A, Quittelier E. Recent developments in the clinical assessment and diagnosis of erectile dysfunction. Annual review of Sex. Res. 1990, 1 : 265-308.
- 2 - Buvat J, Quittelier E, Lemaire A, Buvat-Herbaut M, Marcolin G. Electromyography of the human penis including single potential analysis during flaccidity and erection induced by vasoactive agents. Int. J. Impot. Res., 1990, 2, suppl 2 : 85-86.
- 3 - Gerstenberg TC, Nordling J, Hald T, Wagner G. Standardized evaluation of erectile dysfunction in 95 patients. J. Urol., 1989, 141 : 857-862.
- 4 - Quittelier E, Lemaire A, Buvat J, Buvat-Herbaut M, Marcolin G. Enregistrement de l'activité électrique des corps caverneux chez l'homme : une nouvelle méthode d'évaluation de la fonction érectile. Bulletin de la Société d'Andrologie de Langue Française, 1990, 4 : 45-60.

- 5 - Stief CG, Djamilian M, Anton P, De Riese W, Allhof E, Jonas U. Single potential analysis of cavernous electrical activity in impotent patients : a possible diagnostic method for autonomic cavernous dysfunction and cavernous smooth muscle degeneration. J. Urol., 1991, 146 : 771-776.
- 6 - Wagner G, Gerstenberg T, Levin R. Electrical activity of corpus cavernosum during flaccidity and erection in the human penis : a new diagnostic method ?. J. Urol., 1989, 142 : 723-725.

RESUME

Les auteurs ont exploré l'activité électrique du pénis chez l'homme, initialement selon la méthode de Wagner et Gerstenberg et, depuis un an, selon la méthode de Stief, à l'état basal, après injection intracaverneuse de différentes substances vaso-actives, et après différentes épreuves de stimulation du système sympathique. Ils ont retrouvé l'activité électrique décrite par les autres auteurs, ainsi que sa corrélation avec l'état fonctionnel du muscle lisse caverneux, mais ont été confrontés à la difficulté de quantifier les résultats. A cet égard l'analyse des potentiels unitaires permises par le déroulement rapide du papier ne leur semble pas fiable, ni reproductible. A ce stade de leur expérience, ils testent la validité de deux critères d'interprétation plus simples : la richesse de l'activité électrique, et la réactivité du tracé aux stimulations. Leurs premiers résultats suggèrent une corrélation avec l'état du système nerveux végétatif du pénis. **Mots-clés** : Impuissance, activité électrique du pénis, muscle lisse caverneux, système nerveux végétatif, diagnostic. **Andrologie, 1991, 1 : 109-111.**