

MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

INTERETS ET FONCTIONNEMENT DU BIOFEEDBACK GSR

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Michel GROEPPÉLIN**
étudiant en 3^{ème} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État
de Masseur-Kinésithérapeute
2001-2002

SOMMAIRE

	Page
RESUME	
1. INTRODUCTION.....	1
1. 1. Présentation du biofeedback.....	1
1. 1. 1. Définition.....	1
1. 1. 2. Principes de bases.....	2
1. 2. Le biofeedback utilisant des capteurs de résistances galvanique.....	4
1. 2. 1. Les objectifs.....	4
1. 2. 2. Applications proposées.....	4
2. MATERIEL ET METHODES.....	5
2. 1. Matériel.....	5
2. 1. 1. Les capteurs.....	5
2. 1. 2. Le boîtier d'acquisition.....	5
2. 1. 3. Le logiciel.....	5
2. 1. 4. Présentation des patients.....	6
2. 1. 4. 1. Définition du traumatisme cérébral grave.....	7
2. 1. 4. 2. Définition du coma.....	7
2. 1. 4. 3. Présentation de la phase d'éveil du traumatisé crânien grave.....	7
2. 1. 4. 4. Objectifs du biofeedback G.S.R.	8
2. 2. Protocole de traitement.....	9
2. 2. 1. Placement des électrodes.....	9
2. 2. 2. Bilan.....	9
2. 2. 3. Conditions d'apprentissage.....	10

3. PRINCIPES DE TRAITEMENT.....	10
3. 1. Physiologie de la transpiration.....	10
3. 1. 1. La sueur.....	11
3. 1. 2. Les glandes eccrines.....	11
3. 1. 3. Régulation de la sudation.....	11
3. 2. Physiologie des émotions.....	12
3. 2. 1. Définition de l'émotion.....	12
3. 2. 2. Corrélation somato-végétative des émotions.....	13
3. 3. La résistance galvanique de la peau.....	14
3. 4. Rapport entre la conductance et la résistance.....	15
4. DISCUSSION.....	16
4. 1. Rapport entre la résistance galvanique de la peau et l'état de stress.....	16
4. 2. Utilisation du biofeedback G.S.R.....	18
4. 3. Acceptation de ce type de traitement par les patients.....	19
5. CONCLUSION.....	20

RESUME

Le biofeedback est une méthode permettant de révéler ou de contrôler certains comportements moteurs ou émotionnels par l'intermédiaire de capteurs, connectés à une chaîne instrumentale simple ou sophistiquée, révélant certaines modifications corporelles.

Dans un premier temps, ce mémoire se propose de donner une définition précise du biofeedback, en explique les objectifs et principes de base. Dans un deuxième temps, ce travail écrit étudie plus spécifiquement le biofeedback G.S.R. . Il présente le type de matériel utilisé puis aborde les mécanismes physiopathologiques sur lesquels il va agir.

Enfin, il est réalisé une revue succincte de données collectées dans la littérature, pour en préciser certaines indications, ainsi que son efficacité thérapeutique.

Mots clés : Biofeedback, capteur de résistance galvanique, émotion.

1. INTRODUCTION

Par les variations de sa résistance, la peau peut nous renseigner sur certaines réactions inconscientes de l'organisme. L'utilisation, par l'intermédiaire de capteurs G.S.R. (Galvanic Skin Resistance = résistance galvanique de la peau) du biofeedback, peut être un moyen pour révéler ou contrôler certaines émotions.

1. 1. Présentation du biofeedback

1. 1. 1. Définition

Le biofeedback utilisé en rééducation comme moyen thérapeutique fait intervenir un dispositif de rétro-information instrumental. Cette instrumentation peut être électronique ou électromécanique et traite, sous forme analogique ou numérique, une information dont l'origine peut être l'activité neuro-musculaire ou l'activité autonome (normale ou anormale). Elle permet de transmettre avec précision, au moyen de signaux sonores ou visuels principalement, une information pertinente au sujet.

L'instrumentation peut révéler au sujet de manière continue et instantanée des événements physiologiques internes normaux ou anormaux sous forme de signaux sensoriels ou sensitifs.

Le biofeedback est proposé en rééducation motrice lorsqu'un comportement est perturbé ou qu'une information en retour est incorrecte. Il peut également être proposé lorsque des systèmes auto-régulés se trouvent perturbés.

Le contrôle volontaire de nombreux comportements moteurs ou de processus physiologiques, pratiquement inconscients, est facilité par la chaîne instrumentale et les signaux de rétroinformation externes.

Cette étape est une étape transitoire. Dans un deuxième temps, une boucle de feedback interne doit alors prendre le relais, permettant alors au contrôle de devenir automatique. Les objectifs du biofeedback sont d'autant mieux atteints qu'ils sont proposés par un thérapeute attentif aux conditions optimales permettant ce type de réapprentissage.

L'implication du thérapeute est indispensable pour susciter la motivation du patient. Il doit expliquer à ce dernier quels comportements il attend de lui, et analyser ensuite avec lui les résultats fournis par la chaîne instrumentale. Les performances doivent être relevées et transcrites sur fiche, afin de bien visualiser la courbe de progression. Cette fiche (ou tableau) permet de suivre l'évolution durant toute la phase d'apprentissage et de s'assurer de la validité et de la qualité du contrôle à distance de la période de conditionnement.

1. 1. 2. Principes de base

Le biofeedback est basé essentiellement sur 2 principes :

- l'apprentissage, qui est défini comme la possibilité d'acquérir ou de modifier de façon relativement permanente un comportement, en rapport avec l'expérience passée (11). Les théories de l'apprentissage ont surtout été développées pour permettre de comprendre, prédire et contrôler le comportement animal et humain. Ces processus reposent essentiellement sur les relations entre le sujet et son environnement, où les modalités de conditionnement tiennent une place importante ;

- le conditionnement, obtenu par association et décrit par Pavlov, est difficilement reproductible en rééducation. Expérimentalement, l'interaction de l'animal sur son environnement a été décrite par Skinner, et est qualifiée de conditionnement opérant. Dans le cas de ce dernier, un organisme agit dans un environnement qui lui sert de stimulus (ou de signal discriminatif) et lui indique qu'il doit « opérer » sur le monde qui l'entoure (il n'y a donc plus de liaison préétablie entre la réponse étudiée et le renforcement). C'est ce type de conditionnement qui est utilisé dans le cas du biofeedback.

Lors d'un traitement par biofeedback, la chaîne instrumentale - au cours de la séance – donne un résultat immédiat, signal de réussite ou d'échec, ce résultat exerçant un rôle d'agent renforçateur. En fin de séance, la comptabilisation des succès et erreurs donne une performance. Les 2 types de renforcements sont et doivent être associés pour permettre un apprentissage instrumental (3).

Le biofeedback permet donc à un patient d'apprendre ou de modifier un comportement, par l'intermédiaire d'un apprentissage spécifique. C'est seulement en observant plusieurs performances d'un même individu, en les rapportant au temps et aux conditions de leurs modifications que l'on est en droit de porter un jugement concluant à un apprentissage (8).

1. 2. Le biofeedback utilisant des capteurs de résistance galvanique

1. 2. 1. Les objectifs

Le biofeedback avec capteurs de résistance galvanique de la peau (G.S.R.) peut être proposé pour aider le sujet à contrôler certains éléments de la sphère émotionnelle. En effet, les variations de résistance galvanique nous renseignent sur le fonctionnement des glandes sudoripares, elles mêmes sous le contrôle du système nerveux sympathique, dont l'activité est variable en fonction du stress ou des émotions.

D'autres types de capteurs sont aussi révélateurs d'un certain état psychique, tels que les capteurs thermiques, qui repèrent les variations de température des doigts, les photoplethysmographes, qui rendent compte d'une vasoconstriction ou vasodilatation superficielle, les capteurs E.M.G. qui révèlent l'état de tension musculaire...

1. 2. 2. Applications proposées

Ce type d'approche peut être entrepris dans différentes pathologies :

- chez les traumatisés crâniens graves en phase d'éveil (chez qui cette phase peut être particulièrement anxiogène) ;
- chez des patients présentant une hyper-tension artérielle ;
- chez des sportifs de haut niveau, dans un but de relaxation.

Ces indications sont données à titre d'exemple et cette liste n'est pas exhaustive.

2. MATERIEL ET METHODE

2. 1. Matériel

2. 1. 1. Les capteurs

Les capteurs placés sur la face palmaire de la main et des doigts (annexe I), zone comportant une grande quantité de glandes sudoripares, vont mesurer les changements de propriétés électriques de la peau.

Ces changements se font grâce à la sudation, et donc en partie en fonction des émotions. Ils sont exprimés en ohms.

2. 1. 2. Le boîtier d'acquisition

Le boîtier d'acquisition est un boîtier à 8 voies d'entrée qui permet de stocker et de transmettre les informations reçues par les capteurs. Ce boîtier est relié aux capteurs de résistance galvanique, et peut être connecté à un ordinateur.

2. 1. 3. Le logiciel

Le logiciel utilisé pour cette étude (le BIOGRAPH V2.00) est un logiciel permettant de stocker des données et de les visualiser sous forme de rapport graphique, de rapport de configuration ou de rapport numérique. Il offre une grande diversité d'écrans d'animation.

Ce logiciel, compatible avec Microsoft Windows, permet donc au patient de voir ou d'entendre ses changements physiologiques internes, et au thérapeute de collecter et conserver d'une séance à l'autre les informations recueillies par les capteurs, pour un meilleur suivi du patient. En plus des informations reçues par les capteurs de résistance galvanique de la peau, il peut conjointement traiter les informations reçues par 7 autres types de capteurs (EEG, EMG, température, photoplethysmographe, ...).

2. 1. 4. Présentation des patients

Les patients pouvant bénéficier de cette technique sont des patients anxieux, chez lesquels le stress, la composante anxiogène modifient l'activité du système nerveux sympathique.

Comme nous l'avons expliqué dans la partie consacrée aux buts du traitement, le biofeedback G.S.R. peut être proposé chez des traumatisés cérébraux en phase d'éveil. La sous-partie qui suit leur est consacrée. Chez ces sujets, le biofeedback a pour but d'analyser les effets des conditions environnementales sur leurs émotions (milieu rassurant, objets porteurs d'affection, musique appréciée, contexte affectif : visite des proches...).

2. 1. 4. 1. Définition du traumatisme cérébral grave

Le traumatisme cérébral grave est un traumatisme résultant d'une lésion du cerveau ayant entraîné un coma de plus de 10 jours, avec un score de Glasgow initial entre 8 et 3 (annexe II). On parle également de traumatisme cérébral grave lorsque l'on retrouve une amnésie post-traumatique de plus de 7 jours.

Le pronostic vital d'un traumatisé crânien grave est conditionné par les lésions du tronc cérébral, alors que le pronostic fonctionnel est lié à la fois à l'atteinte lésionnelle du tronc cérébral (troubles dystoniques, dysarthrie, état végétatif, locked-in-syndrome,...) et aux lésions des zones fonctionnelles corticales et sous-corticales (10).

On ne précise pas dans ce mémoire les évolutions à long terme des traumatismes cérébraux graves, les travaux publiés donnant des résultats très divergents, suite à la multiplicité des paramètres à prendre en considération.

2. 1. 4. 2. Définition du coma

« Le coma est un état d'inconscience associé à des perturbations neurologiques et neurovégétatives plus ou moins importantes. Le degré de gravité dépend de la relativité et de la durée de la perturbation. »

Fédération mondiale de neurologie.

2. 1. 4. 3. Présentation de la phase d'éveil du traumatisé crânien grave

La phase d'éveil se situe dès l'apparition des premiers signes expressifs de la part du patient et se prolonge jusqu'à la conscience de soi. Elle est souvent longue, et l'on peut y distinguer 3 étapes :

- la phase végétative, qui est caractérisée par l'ouverture des yeux sans manifestation de conscience. Le patient est totalement dépendant ;
- la phase de manifestation de conscience réactive, qui débute à la première réponse constante à l'ordre simple ;
- la phase des premiers échanges relationnels, caractérisée par le développement d'un moyen performant de communication, mais où le patient reste asservi à l'immédiat et vit dans l'instant.

Cette phase est une phase particulièrement anxiogène pour le patient qui souffre d'une perte totale de ses repères personnels. Les lésions cérébrales entraînent une modification fonctionnelle des circuits cérébraux qui provoquent une désorganisation perceptive (intéro et extéroceptive) et temporelle. Elle plonge le blessé dans un état de confusion capable de générer à lui seul des modifications comportementales (akinésie /agitation, repli/recherche, mutisme/logorrhée) (12), qui vont perturber la rééducation.

C'est donc pour essayer d'analyser et de contrôler la réactivité du patient aux différents stimuli lors de cette phase que le biofeedback G.S.R. va être entrepris.

2. 1. 4. 4. Objectifs du biofeedback G.S.R.

Le biofeedback G.S.R. aura chez ces patient pour but de les aider à gérer le stress provoqué par cette phase. Le thérapeute doit évaluer les capacités d'analyse par le patient de l'information donnée en retour. La rétro-information visuelle, par l'intermédiaire d'un écran, doit être facilement interprétable et doit guider le patient dans le contrôle de paramètres dont il n'a pas toujours conscience.

L'autre application chez le traumatisé crânien en phase d'éveil est de repérer, par le thérapeute, les variations de cette rétro-information visuelle ou sonore lorsqu'il soumet le patient à des situations qui affectivement peuvent le toucher. Cela lui permet de suivre ses réactions émotives et d'orienter ses questions ou de choisir certains éléments de son environnement proche en fonction des réactions indirectes chez le patient et transmises par le capteur.

2. 2. Protocole de traitement

2. 2. 1. Placement des électrodes

Les électrodes utilisées sont placées sur la paume de la main ou sur les doigts. D'après Peffer, dans *Biofeedback, Principes and Pratical for Clinicians*, elles doivent être placées en contact direct avec la peau, et ainsi éviter la pâte conductrice pour ne pas interférer avec l'action des glandes sudoripares.

2. 2. 2. Bilan

Lors du bilan, les capteurs de résistance galvanique de la peau sont utilisés pour repérer les stimulations qui vont entraîner une augmentation de l'activité du système nerveux sympathique, liée à la composante anxiogène.

Ces stimulations (stimulations verbales, images mentales,...) peuvent être l'évocation d'une situation stressante pour un sportif de haut niveau (compétition, ...) ou la réalisation d'un transfert pour un traumatisé crânien...

2. 2. 3. Conditions d'apprentissage

La situation d'exercice tient compte du bilan. Le principe est de présenter au patient des stimuli pouvant être stressant ou non pour lui, et de lui demander par l'intermédiaire d'un écran incitatif de contrôler indirectement l'activité de ses glandes sudoripares. Un retour d'information de cette activité lui est fourni par l'intermédiaire d'une rétro-information visuelle et/ou sonore..., grâce aux informations données par les capteurs de résistance galvanique de la peau et traitées par l'ordinateur. Le patient va remarquer, de lui-même ou avec l'aide du thérapeute, que les modulations sont induites grâce à sa propre relaxation.

A la fin de chaque séance, le thérapeute et le patient analysent ensemble les résultats obtenus, ceux-ci s'améliorant en fonction du nombre de séances effectuées.

3. PRINCIPES DE TRAITEMENT

3. 1. Physiologie de la transpiration

3. 1. 1. La sueur

La sueur est une des sécrétions les plus aqueuses de l'organisme. Elle contient 99% d'eau et sa densité varie de 1001 à 1015 g/litre. Elle contient également du chlorure de sodium, de l'urée, de l'acide lactique et pyruvique, ainsi que quelques acides aminés. La transpiration corporelle résulte essentiellement du travail des glandes eccrines, au nombre de 2 à 5 millions, distribuées sur l'ensemble du corps (1).

3. 1. 2. Les glandes eccrines

Deux types de glandes sudoripares sont réparties sur l'ensemble du revêtement cutané :

- les glandes sudoripares eccrines, présentes sur presque tout le corps ;
- les glandes sudoripares apocrines, situées sur le lit unguéal, les lèvres, les organes génitaux externes et au niveau axillaire (ou l'on ne trouve pas de glandes eccrines).

Ce sont ces premières qui nous intéressent : elles sont présentes sur la paume de la main et sur la plante des pieds en très grand nombre, ceci pour une bonne préhension et une bonne adhérence de la semelle plantaire, grâce à une humidification permanente (1).

3. 1. 3. Régulation de la sudation

Les glandes sudorales sont innervées par des fibres post-ganglionnaires sympathiques uniquement cholinergiques (13). La sudation est mise en jeu :

- de façon directe, en réponse à une augmentation de la température du sang ;
- de façon réflexe, par suite d'une série étagée d'arcs réflexes pouvant provoquer la sudation, les uns subordonnés aux autres, mais pouvant aussi intervenir isolément ;
- de façon centrale.

Dans ce dernier cas, on parle de sudation « mentale, émotionnelle ou psychique », parce que ce phénomène ne participe pas à la régulation thermique (5). La sudation de type centrale est fréquente et de survenue immédiate. Elle est essentiellement localisée au front, aux paumes et plantes des pieds, ainsi qu'aux aisselles. Son débit dépend de l'intensité de la stimulation, et elle peut être généralisée en cas d'émotions intenses. La sudation thermique épargne les paumes et les plantes des pieds.

3. 2. Physiologie des émotions

3. 2. 1. Définition de l'émotion

L'émotion est définie comme un trouble de l'adaptation des conduites. Les émotions font partie de la vie de tous les jours : en effet, le sujet humain ou l'animal sont soumis à d'incessantes modifications de leur environnement qu'ils perçoivent et auxquelles ils tentent de réagir d'une façon adéquate. Le plus souvent, ils y font face sans difficulté, grâce à leurs comportements innés ou acquis. Parfois cependant l'homme ne dispose pas, dans son répertoire comportemental, d'un plan de conduite adapté à la situation : il présente alors, face à un but qui le dépasse, des altérations généralisées de ses activités tant cognitives

qu'effectrices, somatiques et végétatives. Sa perception de la situation est dépendante des conditions favorisant ou non la réalisation de son objectif. Les émotions comportent de ce fait un double aspect, expérience subjective et expression somato-végétative. D'une part, elles sont ressenties plus ou moins nettement comme des sensations agréables (positives) ou désagréables (négatives), selon qu'elles accompagnent des événements gratifiants ou au contraire aversifs comme douleur, punition, dangers. D'autre part, elles s'expriment par des manifestations comportementales (gestes, mimiques ou vocalisations) associées à des modifications physiologiques neurovégétatives et endocriniennes. L'ensemble de ces troubles de l'adaptation des conduites constituent, pour Fraisse, l'émotion (2).

3. 2. 2. Corrélations somato-végétatives des émotions

Les émotions ont un grand nombre de corrélations :

- au niveau musculaire, les émotions vont s'accompagner généralement d'une modification du tonus objectivée par l'électromyographie ;
- au niveau respiratoire, elles vont entraîner une augmentation de la fréquence et de l'amplitude de la respiration. Parallèlement une dilatation des bronches, assurant une meilleure oxygénation du sang est observée ;
- au niveau sanguin, il y a augmentation du nombre de globules rouges par contraction de la rate, ainsi qu'une hyperlipémie avec hyperglycémie ;
- au niveau cardio-vasculaire, on peut noter une tachycardie ainsi qu'une hausse de la pression artérielle. D'importants ajustements vasomoteurs assurent la redistribution du sang à partir des viscères et des téguments vers le cerveau et les muscles, ceci expliquant la diminution de température digitale cutanée due aux émotions ;

- au niveau neuroendocrinien, il se produit une hausse de l'activité thyroïdienne et du métabolisme basal, ainsi qu'une augmentation de la sécrétion d'adrénaline et de noradrénaline ;

- au niveau cutané, on notera des réactions pilomotrices ainsi qu'une diminution de la résistance cutanée résultant de la sécrétion sudoripare d'origine sympathique. C'est cette modification de résistance cutanée qui va nous intéresser dans le biofeedback utilisant des capteurs de résistance galvanique de la peau, car l'activité des glandes sudoripares va pouvoir nous renseigner sur l'activité du système nerveux sympathique (2).

Les émotions provoquent également des réactions au niveau du tractus digestif, de l'électroencéphalogramme, ainsi qu'une élévation marquée du seuil de la douleur. Toutes ces réactions sont dues à la stimulation du système nerveux sympathique, et peuvent donc nous renseigner sur son activité.

3. 3. La résistance galvanique de la peau

L'activité des glandes sudoripares n'est pas directement accessible. C'est la réponse électrodermale, plus connue sous le nom de Galvanic Skin Resistance (G.S.R.), ou effet Féré (l'usage le désigne en français sous le nom de RPG pour réflexe psycho-galvanique), qui va nous renseigner sur cette activité.

En effet, comme la sueur contient des sels qui rendent la peau plus conductrice, la peau qui transpire est plus conductrice que la peau sèche. Les appareils de mesure de la

conductance cutanée (GSR) fonctionnent en appliquant un faible voltage à la peau des doigts ou de la paume où sont localisées en grande partie les glandes sudoripares. Ils mesurent l'intensité du courant électrique (alternatif pour éviter la polarisation des électrodes) que la peau laisse passer, ce qui permet de donner une indication de la sudation de la peau (11).

3. 4. Rapport entre la conductance et la résistance

On remarque que, pour ce qui est des mesures de résistance et de conductance, l'une est l'inverse de l'autre : $C=1/R$, ce qui peut avoir un intérêt pour nous lors des manipulations graphiques. En fait, la description des phénomènes en termes de variations de conductance est plus instructive, car la conductance croît de façon linéaire avec le nombre de glandes activées (figure 1), et est donc un reflet précis de leur fonctionnement (11).

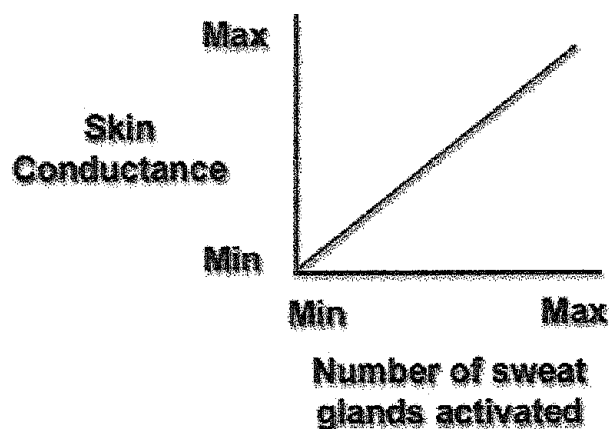


Figure 1 : Rapport entre la conductance cutanée et le nombre de glandes sudoripares en activité. Tiré de http://www2.truman.edu/shaffer/electrodermalsystem_2001.htm

A l'inverse de la conductance, la résistance reflète l'opposition de la peau au passage du courant (7). Cette résistance diminue avec le nombre de glandes sudoripares activées (Figure 2).

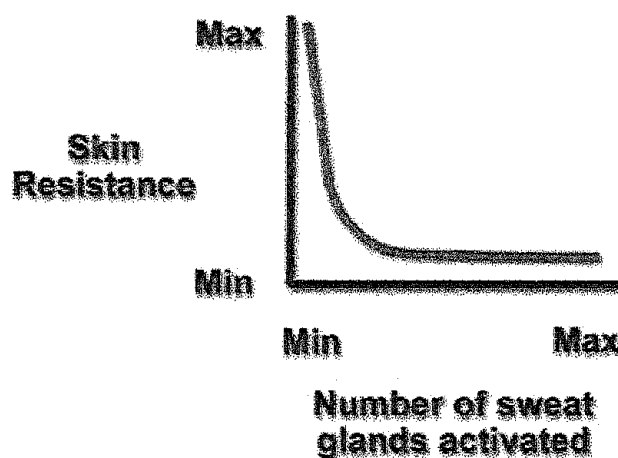


Figure 2 : Rapport entre la résistance cutanée et le nombre de glandes sudoripares en activité.

Tiré de http://www2.truman.edu/schaffer/electrodermalsystem_2001.htm

La conductance cutanée est mesurée en unités de conductance électrique appelées micromhos. Elle varie de un micromho à cinq ou dix micromhos. Exprimée en terme de résistance, elle va de un Megohm, pour une peau sèche, à 0,04 Megohm pour une peau dégoulinante de sueur.

4. DISCUSSION

4. 1. Rapport entre la résistance galvanique de la peau et l'état de stress

Une étude de Gilbert, parue dans *Biofeedback and self-regulation* en 1986 a permis de présenter le signal de réponse électrodermale comme analogue du symptôme des « attaques de panique », et de traiter celles-ci de façon efficace. Les patients provoquent et maîtrisent le signal en utilisant un mélange de stratégies cognitives et de relaxation psychologique.

La relation entre l'importance de la réponse électrodermale et la maîtrise de soi a été étudiée par Mayock et coll. dans *Proceedings of the 23rd annual meeting of the AAPB*, en 1992. Ces auteurs ont développé une échelle comportant une série de 13 indicateurs permettant d'évaluer l'opinion de 25 volontaires quant à leur capacité à se détendre, à maintenir à un niveau « convenable » leur tension musculaire, leur tension artérielle, leur rythme cardiaque, les mains froides, à contrôler leurs maux de tête, leurs douleurs physiques,... La note intégrant ces diverses capacités était corrélée de façon significative avec une mesure de conductance obtenue lors d'un test de sensibilité à un « stresser » (un petit problème mathématique identique pour tous). Lorsque le score de maîtrise de soi était inférieur à la moyenne, les sujets présentaient des réponses électrodermales élevées, et inversement pour les sujets dont le score de maîtrise était supérieur à la moyenne.

Pour mesurer le changement de conductance cutanée après relaxation, Christidis a fait une étude sur 27 étudiants de l'université Aristote de Thessalonique. La mesure de conductance cutanée de chacune de ces personnes a été réalisée avant et après entraînement à la relaxation. Divers questionnaires leurs ont été posés, tels que le Stressfull Events Questionnaire... En conclusion, il reconnaît que l'entraînement à la relaxation, dont l'utilité est confirmée par les résultats des questionnaires, se traduit par une augmentation de la

résistance cutanée, et donc par une diminution de l'activité du système nerveux sympathique (4).

4. 2. Utilisation du biofeedback G.S.R.

Le biofeedback GSR peut être utilisé comme un outil à la pratique de la relaxation dans le traitement des maladies cardio-vasculaires. En effet, une étude de Patel, publiée dans *Psychosomatic Science* de Shapiro, chez un groupe important d'ouvriers de l'industrie ayant présenté des risques d'ictus coronaire, a donné de très bons résultats. Le groupe de patients a été divisé en deux, et l'un des deux fût traité par GSR en plus de la relaxation. Après huit semaines de traitement, les sujets traités par biofeedback dont la tension artérielle initiale était supérieur à 140/90 montrèrent une réduction moyenne de 19,6/10,6 , contrastant avec le groupe qui n'avait bénéficié que de la relaxation et dont la réduction était de 8,2/3,6...

Datey, dans *Proceedings of the biofeedback research society*, observe une réduction de la tension artérielle de 10 mm de Hg à la suite de l'association de biofeedback GSR avec les médicaments qui, eux, ont été réduits d'un tiers, mais la tension artérielle de départ de ses sujets était plus élevée (voisine de 160/103). Il conclut qu'une augmentation de la résistance de la peau peut être associée à une augmentation de l'état de relaxation (11).

Erik Peper, dans son article *The Use of Electrodermal Biofeedback for Peak Performance Training* (9) utilise le biofeedback GSR avec des athlètes de haut niveau (l'équipe de gymnastique rythmique des Etats-Unis). Il applique cette technique sur 15 athlètes dans un but de relaxation et de maîtrise de soi. En effet, le stress peut affecter le

mental des athlètes durant une compétition, en amoindrissant leurs performances. Les conclusions de son étude sont positives, les athlètes ayant jugés eux même les résultats positifs pour 12 d'entre eux, et sans changement pour 3 d'entre eux. La conclusion d'Erik Peper est que le biofeedback GSR peut faciliter la préparation mentale des athlètes.

4. 3. Acceptation de ce type de traitement par les patients

Les études précédentes nous ont montré l'efficacité du biofeedback pour l'aide à la relaxation. Malgré tout, on peut se demander si ce type d'apprentissage, qui peut paraître difficilement compréhensible par certains patients, peut s'appliquer à tout le monde.

Daniel Holland (6) a réalisé une étude sur des traumatisés cérébraux en phase d'éveil. Nous avons vu auparavant que cette phase est particulièrement anxiogène, et que ces patients souffrent fréquemment de troubles cognitifs importants. Il leur a appliqué un biofeedback de leur température cutanée au niveau des doigts, dont le principe est similaire au biofeedback G.S.R. . Les résultats qu'il a obtenu sont positifs, et il conclut à l'utilité de la relaxation assistée par biofeedback chez des traumatisés cérébraux en phase d'éveil, même en cas de troubles du raisonnement, de la mémoire ou de l'attention.

Ses conclusions sont toutefois à moduler, précisant que d'autres études sont nécessaires pour déterminer les compétences cognitives minimales indispensables pour la mise en pratique d'une relaxation assistée par biofeedback.

5. CONCLUSION

Le biofeedback est une technique d'apprentissage utilisant une rétro-information dans le cadre d'un conditionnement instrumental. Deux conditions sont nécessaires pour que cette méthode puisse être utilisée :

- l'événement à corriger, pathologique ou non, doit pouvoir être saisi, ce qui suppose de disposer de capteurs appropriés ;
- l'événement doit pouvoir être modifié pour être accessible à un conditionnement instrumental.

Dans le cadre du biofeedback G.S.R., ces deux conditions sont remplies. En effet, les études effectuées sur le sujet ont montré l'efficacité des capteurs de résistance galvanique de la peau à nous renseigner sur l'activité des glandes sudoripares, reflet de celle du système nerveux sympathique. De plus, d'autres études ont montré le contrôle que peut avoir une personne, après conditionnement, sur cette activité.

Bien que le biofeedback G.S.R. soit encore peu utilisé, et que ses applications soient limitées en rééducation, cette technique peut présenter des intérêts. Chez un traumatisé crânien, par exemple, il permet d'apprendre au patient à gérer son stress, et d'orienter le programme d'éveil, dans une phase où le code de communication fiable n'est pas réellement établi entre famille, thérapeute et traumatisé crânien.

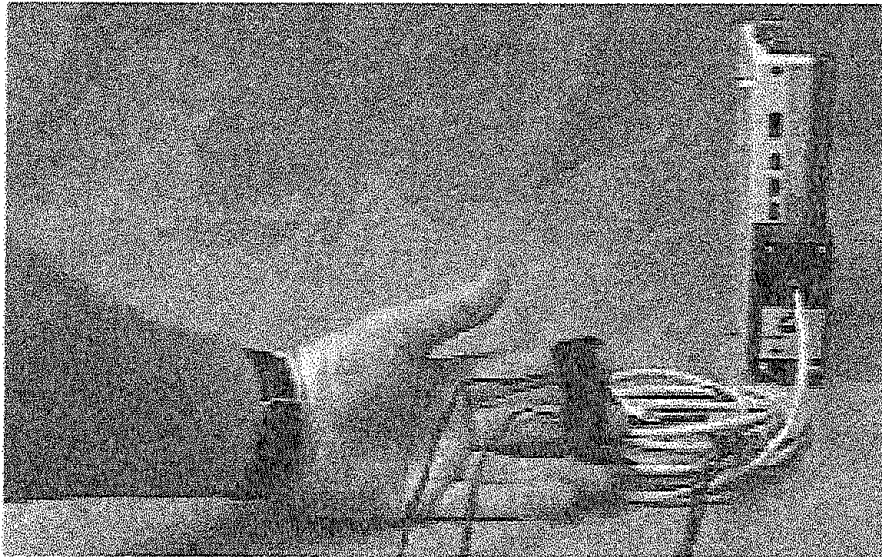
BIBLIOGRAPHIE

1. **AGACHE P.** – Glandes sudorales éccrines. – MEYNADIER J. – Précis de physiologie cutanée. – Paris: Editions de la porte verte, 1980. – p. 73 – 83.
2. **BOISACQ-SCHEPENS N., CROMMELINCK M.** – Neuro-psycho-physiologie 2. Comportement. – 3^{ème} édition révisée. – Paris : Masson, 1996. – 294p.
3. **BRUGEROLLE B., CHAUVIERE C. et ANDRE J.-M.** – Rétroaction biologique musculaire. Applications du biofeedback dans les troubles moteurs. – Editions techniques – Encycl. Méd. Chir. (Paris-France), Kinésithérapie-Rééducation fonctionnelle, 26-147-A-10, 1994, 5 p.
4. **CHRISTIDIS A., KYRIAKOU E., VEZERTZI M., KOMNIDIS A., LAZARIDIS G.** – Design, implementation and standardization of an electrodermal resistance biofeedback device (EDR-BD) and resulting changes in electrodermal activity (EDA) due to training in stress management techniques - Tiré de :<http://www.disabled.gr/christidis/gsrbio/gsr.txt1.en.htm>
5. **DELREZ – FURY E.** – Physiologie des Glandes Sudoripares Eccrines. – Thèse Méd. : Nancy : 1977. – 250 p.
6. **HOLLAND D., WITTY T., LAWLER J., LANZISERA D.** – Biofeedback-assisted relaxation training with brain injured patients in acute stages of recovery. – Brain injury, 1999, vol. 13, no. 1, 53-57.
7. <http://www2.truman.edu/schaffer/electrodermalsystem2001.htm>
8. **LE NY J.F.** – Le conditionnement et l'apprentissage. – P.U.F. Le psychologue. – 1980, 6^{ème} édition – p. 8-17.

9. **PEPER E., SCHMID A., SHAPIRO E.** – The Use of Electrodermal Biofeedback for Peak Performance Training. – Somatics IV (3), 1983/84, p. 16-18.
([http:// :www.bfe.org/protocol/pro12eng.htm](http://www.bfe.org/protocol/pro12eng.htm))
10. **PRIVAT J.M., MARTY-DOUBLE Ch., VLAHOVITCH B.** – Traumatismes crâniens graves, lésions cérébrales et pronostic. – PELISSIER J., BARAT M., MAZAUT J.M. –Traumatismes crâniens graves et médecine de rééducation. – Paris : Masson, 1991 – p. 38-47 – Problèmes en médecine de rééducation ; 19.
11. **REMOND A., REMOND A.** – Biofeedback : Principes et Applications. – 1^{ère} édition. – Paris : Masson, 1994. – 242 p. – Collection Médecine et psychothérapie.
12. **RICHER E.** – Récupération après traumatisme crânien grave : les différentes phases cliniques et leurs problèmes spécifiques. – Le journal de réadaptation médicale, 1995, 15, n°4, p. 170-178.
13. **SERRATRICE G., BILLE TURC F. et SERRATRICE J.** – Système nerveux autonome. – Editions Techniques. – Encycl. Med. Chir. – (Paris-France), Neurologie, 17-003-j-10, 1995, 16 p.

ANNEXES

ANNEXE I



Présentation du placement des capteurs

ANNEXE II

<p>Ouverture des yeux :</p> <p>4. Spontanée :</p> <p>3. Sur ordre verbal :</p> <p>2. A la douleur :</p> <p>1. Pas de réponse :</p>	<p>Ouvre les yeux sans stimulation</p> <p>Ouvre les yeux sur demande</p> <p>Ouvre les yeux à la stimulation douloureuse seulement</p> <p>N'ouvre pas les yeux</p>
<p>Meilleure réponse verbale :</p> <p>5. Orientée :</p> <p>4. Conversation confuse :</p> <p>3. Mots inappropriés :</p> <p>2. Sons incompréhensibles :</p> <p>1. Pas de réponse :</p>	<p>Réponse verbale appropriée, orientée dans l'espace, le temps et par rapport aux personnes</p> <p>Propos pouvant être cohérent mais désorienté dans le temps, l'espace et par rapport aux personnes</p> <p>Mots sans logique et/ou sans aucun sens</p> <p>Aucun mot compréhensible, reconnaissable, peut grogner, gémir</p> <p>Pas de réponse (ou patient intubé ou trachéotomisé)</p>
<p>Meilleure réponse motrice :</p> <p>6. Obéit :</p> <p>5. Localise :</p> <p>4. Se retire :</p> <p>3. Flexion anormale :</p> <p>2. Extension :</p> <p>1. Pas de réponse :</p>	<p>Bouge les membre à la demande</p> <p>Cherche à enlever le stimulus douloureux de l'endroit soumis à la douleur</p> <p>Ne localise pas la douleur mais réagit en flexion normale de façon non spastique</p> <p>Flexion spastique anormale des membres (décortication)</p> <p>Extension spastique anormale des membres (décérébration)</p> <p>Ne réagit pas</p>

Présentation du score de Glasgow
tiré de <http://www.mmi.mcgill.ca/sicu/files/comafr.pdf>