

Biofeedback de variabilité cardiaque



P rincipes de base et protocole

Par le Docteur Dominique Servant



**Consultation stress et anxiété,
Service de psychiatrie générale
Hôpital Fontan
CHRU de Lille
Rue Verhaeghe 59037 Lille Cedex**



Sommaire

Introduction

Qu'appelle t-on la variabilité cardiaque ?

Qu'appelle t-on l'arythmie sinusale respiratoire ?

Un nouveau procédé de calcul de la variabilité cardiaque

Intérêt de la variabilité cardiaque en médecine

Intérêt de la variabilité cardiaque en psychologie et en psychiatrie

Intérêt thérapeutique du biofeedback pour améliorer la variabilité cardiaque

Protocole d'utilisation du biofeedback

Quelles sont les données scientifiques actuelles et les perspectives cliniques et de recherches futures?

Intérêt de la technologie SymbioLine pour le thérapeute et pour le patient

A retenir pour la pratique

Bibliographie, *self-help* et liens utiles



Introduction

*Nos deux cœurs seront deux vastes flambeaux
Qui réfléchiront leurs doubles lumières
Dans nos deux esprits, ces miroirs jumeaux*

*Charles Baudelaire
Les Fleurs du mal*

Le biofeedback de variabilité cardiaque est un outil aujourd'hui disponible permettant par des techniques simples d'aider le patient à mieux contrôler les manifestations physiologiques en rapport avec un dysfonctionnement du système nerveux autonome (SNA).

Son efficacité a été suggérée chez les patients cardiaques d'abord dans la prévention des récives et des accidents chez le coronarien. Il apparaît que le risque chez ces sujets peut être objectivé par un niveau d'anxiété ou de dépression élevé qui suggère une réponse inadaptée sur un plan physiologique au stress. C'est tout naturellement que le biofeedback de variabilité cardiaque a été proposé dans toutes les pathologies impliquant un dysfonctionnement du SNA où le stress joue un rôle important.

Des études scientifiques montrent des résultats encourageants dans ces pathologies. Cette nouvelle technologie couplée à des techniques de contrôle respiratoire, de relaxation et de méditation permet d'améliorer la gestion émotionnelle et trouve de nombreuses applications dans les domaines de la médecine, de la psychiatrie et de la psychologie.

Qu'appelle t-on variabilité cardiaque ?

La fréquence cardiaque au repos n'est pas constante mais subit des oscillations permanentes. Ce phénomène naturel appelé 'variabilité de la fréquence cardiaque' (VFC) ou 'variabilité cardiaque' objective des modifications naturelles du rythme qui permettent au cœur de s'adapter à de nombreux changements et particulièrement aux stress de l'environnement.

La variabilité cardiaque correspond à la variation de temps entre deux battements du cœur sur une période de temps donné. Sur un enregistrement électrocardiographique ECG (Fig. 1), la variabilité de la fréquence cardiaque correspond à la variation de l'écart entre chaque pic de battement cardiaque (désigné en terme médical par la lettre R sur le tracé ECG). On parle également d'écarts RR.

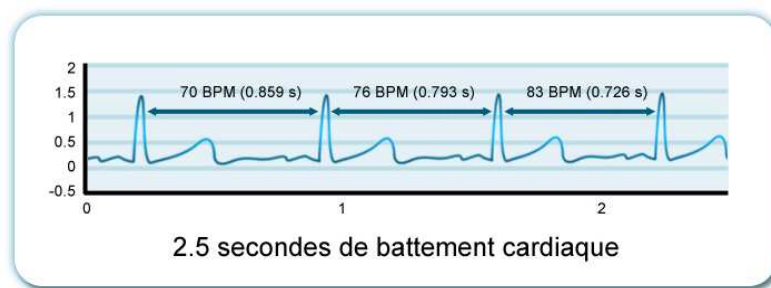


Figure 1 : variation de l'espace RR en millisecondes sur une période de 2.5 secondes

La variabilité cardiaque est influencée par plusieurs facteurs physiologiques dont le plus important est le système nerveux autonome (SNA). Le SNA se décompose en deux sous-systèmes qui sont le système nerveux sympathique (SNS), excitateur, et le système nerveux parasympathique (SNP), inhibiteur.

Ces deux systèmes interagissent de manière antagoniste afin de générer des niveaux variables d'activation physiologique.

Au cours d'un stress, qu'il soit physique ou psychologique, l'activité du système nerveux sympathique devient prépondérante, produisant une activation physiologique permettant de s'adapter à la situation. Une augmentation de la fréquence cardiaque est caractéristique de ce niveau d'activation.

À l'inverse, lorsque le sujet revient à **l'état de calme**, c'est l'activité du système nerveux parasympathique qui est dominante, maintenant un niveau d'activation bas et entraînant une diminution de la fréquence cardiaque.

Ainsi, il apparaît que la facilité avec laquelle un individu parvient à transiter entre un haut niveau et un bas niveau d'activation physiologique est dépendante de la capacité du système nerveux autonome à modifier rapidement la fréquence cardiaque.



Qu'appelle t-on arythmie sinusale respiratoire ?

La variabilité cardiaque correspond à la superposition de plusieurs phénomènes périodiques. Les différentes oscillations se superposent les unes aux autres de façon complexe. Un phénomène paraît particulièrement intéressant que l'on nomme l'arythmie sinusale respiratoire (ASR) sous la dépendance du système nerveux parasympathique (1).

L'ASR est la variation de la fréquence cardiaque influencée par la respiration normale. L'inspiration entraîne une levée temporaire de l'influence parasympathique sur la fréquence cardiaque, provoquant une accélération du rythme cardiaque. À l'opposé, l'expiration stimule l'influence parasympathique sur la fréquence cardiaque, provoquant une diminution de celle-ci.

Les influences du système nerveux autonome sur le rythme cardiaque sont régulées en amont par un réseau impliquant certaines régions cérébrales composant le « réseau autonome central ». Ce réseau est composé de différentes structures corticales et limbiques. Il reçoit des afférences viscérales concernant les indices physiologiques internes ainsi que des afférences venant des aires cérébrales sensorielles concernant l'environnement sensoriel externe. Les efférences du réseau central sont transmises au nœud sinusal (ainsi qu'à d'autres organes) par l'intermédiaire du système nerveux sympathique et du système nerveux parasympathique, influençant directement la fréquence cardiaque.

Par conséquent, la VFC reflète l'activité instantanée des efférences du réseau central autonome et, de manière plus générale, la capacité d'un individu à produire des réponses physiologiques dans le cadre de l'expression émotionnelle.



La régulation des émotions dépend principalement de la capacité du sujet à ajuster son niveau d'activation physiologique en fonction de l'environnement (15).

Un système nerveux autonome « flexible » permettra une activation ou une réduction rapide de l'état physiologique et émotionnel en fonction de la situation.

À l'opposé, **une « rigidité » du système nerveux autonome** entraînera une moins bonne capacité à augmenter ou réduire la réponse physiologique et émotionnelle selon les modifications de l'environnement.



Un nouveau procédé de calcul de la variabilité cardiaque

Grâce aux progrès technologiques récents, il est aujourd'hui possible de mesurer la variabilité cardiaque à partir d'un enregistrement ECG et d'un logiciel de calcul qui va mesurer la variation de l'intervalle R-R au cours du temps et fournir une évaluation quantitative de la VFC.

Différentes méthodes de calcul de l'indice sont possibles qui donnent des indications sur l'influence des systèmes sympathique parasympathique et du rapport entre les deux. Malheureusement la multiplication des indices rend parfois difficile l'interprétation des données. De plus, certains algorithmes de calcul ne sont pas très adaptés à l'analyse et la mesure en temps réel sur des enregistrements courts. Pour pallier à ces inconvénients, un nouveau procédé vient d'être développé et breveté au CHRU de Lille (10). Il s'agit d'un procédé de traitement innovant, temps réel et battement à battement, d'une série RR qui pallie aux inconvénients de l'analyse spectrale par Transformée de Fourier et qui permet le calcul d'une information quantitative (paramètre) caractérisant avec une très bonne sensibilité l'activité du système nerveux autonome.

Cette mesure évalue à partir d'une analyse temporelle un pourcentage de cohérence de 0 à 100 %. La durée de l'enregistrement idéale est de l'ordre de 5 minutes.

L'intérêt premier de cette mesure est de mesurer la souplesse ou la rigidité du système nerveux autonome du patient au repos.

- Un pourcentage bas est le signe d'un système nerveux autonome rigide qui comme nous l'avons vu entraînera une moins bonne capacité à augmenter ou réduire la réponse physiologique et émotionnelle selon les modifications de l'environnement.
- Au contraire un pourcentage élevé reflète un système nerveux autonome plus souple, plus flexible qui permettra une activation ou une réduction rapide de l'état physiologique et émotionnel en fonction de la situation.

Le second intérêt est de connaître ou visualiser, à partir de cette analyse fine et temps réel, l'influence des techniques de gestion du stress et des émotions sur le paramètre de cohérence. On pourrait parler d'objectivation du travail thérapeutique sur la variabilité cardiaque.



Intérêt de la variabilité cardiaque en médecine

La variabilité cardiaque a pu être mesurée dans des pathologies impliquant un dysfonctionnement du système nerveux autonome. C'est le domaine des pathologies cardio-vasculaires, au premier rang desquelles on compte les problèmes coronariens, qui a été le mieux étudié. Les études épidémio-cliniques récentes montrent qu'une faible VFC constitue un facteur de risque (indépendant de facteurs tel que l'âge, le sexe et le tabagisme) de développement de problèmes cardiovasculaires et un indicateur de risque d'aggravation de maladies cardiovasculaires (11). Ces données ont conduit la société européenne de cardiologie et la société nord américaine de rythmologie et d'électrophysiologie à publier un rapport concernant la VFC (4).

En se basant sur les données scientifiques et les avis d'experts **la VFC apparaît comme un bon reflet du fonctionnement du système nerveux autonome et comme un marqueur non invasif de risque de surmortalité cardiovasculaire.**

Il a été suggéré qu'un niveau élevé d'anxiété et de dépression chez le patient cardiaque soit en partie responsable de ce risque. L'association entre dépression et troubles coronariens multiplie par 4 le risque de mortalité durant les 6 mois qui suivent la phase aiguë. On sait aujourd'hui l'importance capitale de traiter l'anxiété et la dépression chez ces patients et que la gestion du stress et des émotions est un élément de la réadaptation du patient cardiaque pour améliorer sa survie et sa qualité de vie.

Des données récentes montrent que l'intérêt de mesurer la VFC ne se limite pas aux problèmes coronariens et des études montrent une diminution significative de la VFC dans différentes pathologies et problèmes médicaux impliquant le système nerveux autonome comme :

- la douleur
- l'asthme
- l'HTA
- le diabète
- la fibromyalgie
- le syndrome prémenstruel



Intérêt de la variabilité cardiaque en psychologie et en psychiatrie

Dans de nombreux troubles psychiatriques et psychologiques, et particulièrement les troubles anxieux et dépressifs, un dysfonctionnement du système nerveux autonome est suggéré depuis longtemps. Des études récentes ont montré, à partir de l'ECG, que la variabilité cardiaque était diminuée significativement par rapport à des patients contrôles dans certains cas :

- niveau d'anxiété ou de dépression significatifs,
- patient soumis à des stress,
- épisode dépressif majeur,
- trouble panique,
- état de stress post traumatique,
- anxiété généralisée,
- phobies,
- troubles psychotiques.

Selon l'hypothèse avancée, les états psychologiques et particulièrement l'anxiété seraient associés à un état d'hyperactivation sympathique et une diminution de l'activation parasympathique (tonus vagal) (2). Les résultats sont cependant inconstants. Plusieurs biais peuvent être mis en avant comme la sélection des patients et des sujets témoins, les diagnostics et les traitements. Par exemple, il a été constaté que les traitements antidépresseurs augmentent la VFC.

Les variations retrouvées de la VFC chez les patients anxieux et dépressifs pourraient être également liées en partie au stress. Des études préliminaires prometteuses montrent que des programmes de gestion du stress par la thérapie cognitive et comportementale (TCC) améliorent la VFC (2, 12,15). Compte tenu de ces données récentes, il apparaît que les thérapies capables de modifier la VFC et d'améliorer la VFC soient d'un grand intérêt pour favoriser la gestion émotionnelle chez les patients présentant des troubles psychiques. C'est aujourd'hui possible grâce à des appareils de biofeedback qui sont accessibles et très facilement utilisables par les professionnels et par le patient lui-même permettant ainsi un entraînement régulier.



Données scientifiques actuelles et perspectives cliniques futures

Le premier travail a été réalisé par Nolan et al (13) qui ont montré que, chez des patients ayant présenté un accident coronarien, l'entraînement par biofeedback (5 séances d'une heure et demi) augmente la régulation vagale face à une épreuve de stress comparativement à un programme de thérapie cognitive et comportementale. L'effet est comparable sur la symptomatologie psychologique liée au stress et à la dépression.

Ces résultats montrent bien que l'intérêt du biofeedback réside essentiellement dans les modifications physiologiques plus que dans l'amélioration clinique laquelle peut être obtenue par des moyens différents n'utilisant pas forcément cet outil comme par exemple le contrôle respiratoire, la relaxation et les techniques de TCC.

Del Pozzo montrent que le bénéfice obtenu par le biofeedback se maintient après 18 semaines chez des coronariens (5).

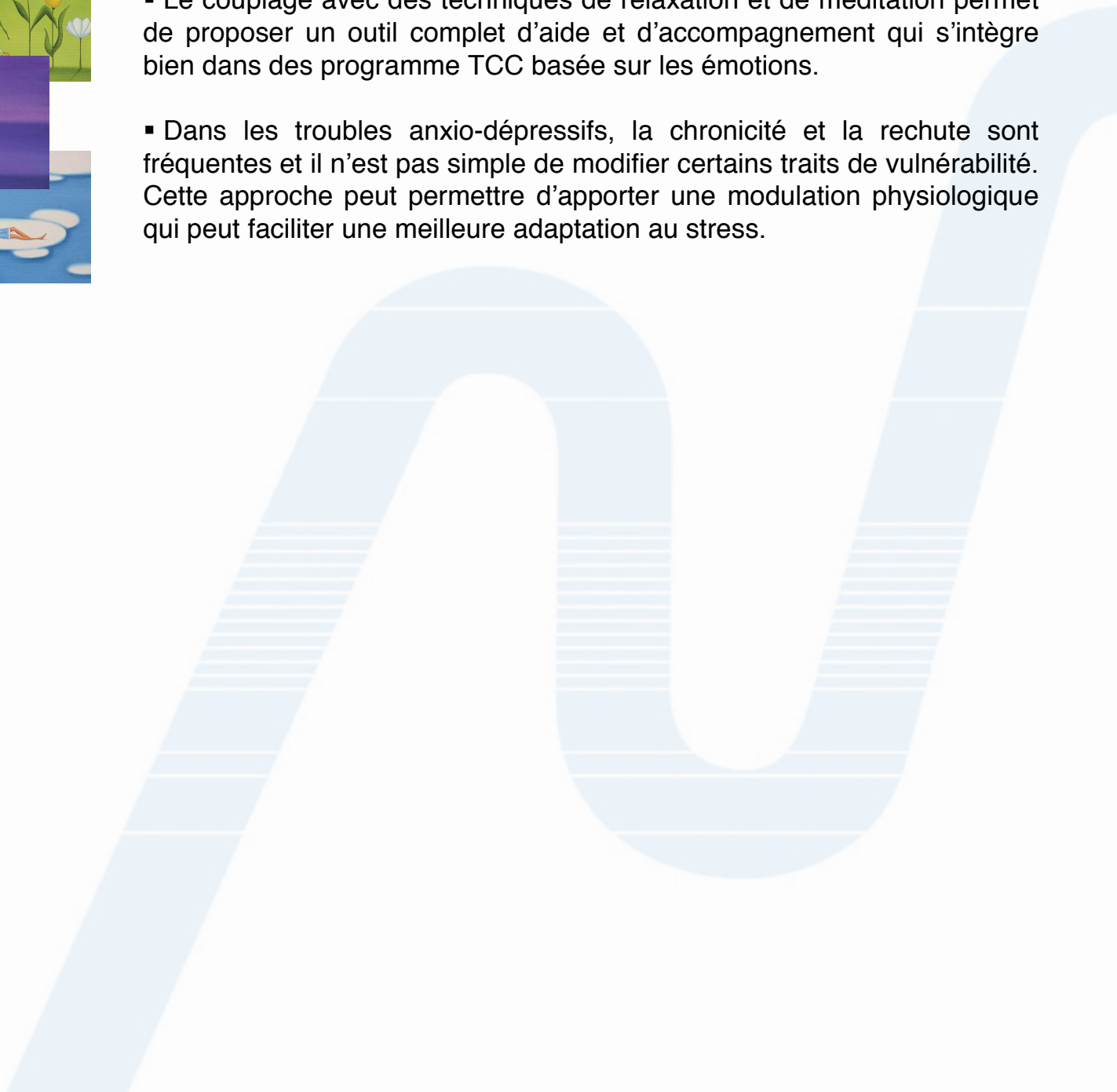
Chez des sujets sains, dans l'asthme et chez les hypertendus, l'effet du biofeedback sur la variabilité de la fréquence cardiaque est également montré. On peut corriger la variabilité de la fréquence cardiaque par une respiration régulière rendue possible par un *pace maker* visuel (6,8,12).

En psychiatrie, deux études ouvertes suggèrent l'intérêt du biofeedback chez les déprimés (7) et dans le trouble panique (14). Des essais contrôlés sont bien entendu nécessaires pour confirmer ces données prometteuses.



Compte tenu de son accessibilité et des progrès technologiques réalisés, le biofeedback de variabilité cardiaque peut réellement prendre une place intéressante dans l'arsenal thérapeutique des TCC. On peut y voir plusieurs intérêts :

- Tout d'abord certains patients anxieux et déprimés, ou présentant des troubles émotionnels, ont souvent du mal à adhérer à une approche 'psychologique'. L'approche physiologique et émotionnelle semble plus accessible et recueille une bonne adhésion dans notre centre.
- Le couplage avec des techniques de relaxation et de méditation permet de proposer un outil complet d'aide et d'accompagnement qui s'intègre bien dans des programme TCC basée sur les émotions.
- Dans les troubles anxio-dépressifs, la chronicité et la rechute sont fréquentes et il n'est pas simple de modifier certains traits de vulnérabilité. Cette approche peut permettre d'apporter une modulation physiologique qui peut faciliter une meilleure adaptation au stress.



L'intérêt de SymbioLine® pour le thérapeute et le patient

Les progrès technologiques récents ont considérablement simplifié l'enregistrement et amélioré la fiabilité de la mesure de la VFC. Notre groupe de recherche a développé un outil de biofeedback proposant un véritable ECG et des traitements du signal donnant en temps réel une valeur de la VFC. Cette nouvelle technologie SymbioLine :

- permet d'avoir un seul paramètre de calcul dont l'interprétation est plus simple,
- donne des résultats fiables et précis sur une analyse temps réel, d'une part grâce à la précision du capteur ECG et d'autre part grâce à une méthode révolutionnaire de traitement de la variabilité cardiaque,
- se focalise sur l'analyse fine du système nerveux parasympathique qui représente l'une des voies actuelles les plus importantes dans la physiologie émotionnelle.

La cohérence absolue de 100% est un niveau idéal, que l'on peut atteindre mais que l'on ne conserve jamais. Selon les recherches menées au CHRU de Lille, seuls les patients anesthésiés et en respiration assistée (10 cpm) maintiennent un taux élevé car dans ce cas seule l'arythmie sinusale respiratoire (ASR), en dehors de tous autres stimuli, agit encore sur leur variabilité cardiaque.

Le but de la technique est donc de s'en approcher mais reste surtout d'améliorer son propre pourcentage de cohérence. Cette mesure fiable de la VFC offre des perspectives d'études contrôlées avec un suivi longitudinal des patients possible grâce à un système d'enregistrement de calculs statistiques intégré au logiciel.

Une autre innovation développée par notre équipe permet la restitution de la VFC non pas sous la forme d'une courbe ou d'un signal sonore mais d'une image en 3D comme dans les jeux vidéo. Cette technique augmente le processus attentionnel et l'interactivité et potentialise l'effet du biofeedback en favorisant un entraînement régulier. Des études sont actuellement nécessaires pour apporter des éléments à cette technique couplant le biofeedback et l'image qui semble très prometteuses dans la nouvelle approche des thérapies cognitives et comportementales qui consacre aujourd'hui une place centrale à l'émotion.



Quatre environnements en 3D sont proposés : le jardin, la course d'aviron, la plage et le safari d'observation.

En améliorant la cohérence le patient voit l'environnement évoluer : les animaux sauvages viennent boire au point d'eau, l'environnement marin se calme, le bateau se maintient en tête dans la course d'aviron, les plantes poussent dans le jardin (voir figure 4 et figure 5).



Figure 4 Exercice du safari. Évolution de 10% à 100% de cohérence : de plus en plus d'animaux de la savane viennent boire au point d'eau mais ils repartiront si la cohérence diminue!



Figure 5 Exercice de la plage. Évolution de 39 à 91% de cohérence : la tempête tropicale se calme pour laisser place à un soleil radieux et un bord de mer idyllique.

A retenir pour la pratique

On retrouve globalement une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque chez les patients présentant des problèmes cardiaques mais aussi de nombreux problèmes médicaux et psychologiques impliquant le système nerveux autonome.

On note une certaine hétérogénéité des résultats comparant la VFC au repos chez des patients présentant un trouble anxieux et les patients dépressifs comparés à des témoins. Ceci n'est pas surprenant car la VFC est plus un index dynamique de la capacité à réguler le stress et les émotions qu'un indicateur statique d'un trouble ou d'un état stable.

Les données scientifiques récentes indiquent que le biofeedback associé les techniques de contrôle respiratoire, de relaxation et de méditation semblent apporter une amélioration qui doit être confirmée par des études contrôlées et sur le long terme.

Les thérapies, plus que de modifier ponctuellement ce paramètre sans cesse en changement, ont pour effet de donner une plus grande flexibilité au système. C'est par exemple ce qui a été montré chez des patients coronariens où l'entraînement par biofeedback réduisait le risque de récurrence et d'accident cardiaque.

Les techniques améliorant la VFC pourraient apporter ainsi une réduction des effets délétères du stress et de l'anxiété et prévenir les attaques de panique, la survenue d'un stress post traumatique et les récurrences anxieuses et dépressives

