

Les nouvelles explorations fonctionnelles œsophagiennes

Objectifs pédagogiques

- Connaître les indications des nouvelles explorations du reflux gastro-œsophagien
- Connaître les avantages et inconvénients des différentes techniques d'exploration du reflux gastro-œsophagien
- Connaître les principes et les indications de la manométrie haute résolution

Les explorations du reflux gastro-œsophagien

Le diagnostic de RGO repose sur la présence de symptômes cardinaux de reflux (pyrosis, régurgitation, syndrome postural) et/ou de lésions muqueuses peptiques en fibroscopie digestive haute (œsophagite peptique, œsophage de Barrett). Le traitement du reflux repose en premier lieu sur le traitement empirique et les modifications hygiéno-diététiques. Cependant, de nombreux patients ont des symptômes atypiques (manifestations supra-œsophagiennes, douleurs thoraciques...) et n'ont aucune anomalie endoscopique, principalement du fait de la prescription généralisée des inhibiteurs de la pompe à protons (IPP), avant même le recours au gastroentérologue. De plus, on considère que jusqu'à 40 % des patients traités par IPP pour un RGO

ne sont pas ou incomplètement soulagés, surtout en l'absence d'œsophagite en endoscopie. La possibilité de disposer de tests diagnostiques pour documenter un RGO est particulièrement utile dans ce contexte. Si la pH-métrie a été le gold-standard pendant de nombreuses années, la combinaison pH-métrie/impédancemétrie est désormais considérée comme la meilleure technique pour détecter et caractériser les épisodes de RGO. Cependant, il reste probablement une place pour la pH-métrie classique, d'autant plus que des dispositifs « sans fil » sont désormais disponibles (1).

pH-métrie œsophagienne « sans fil ». La capsule Bravo®

La sonde de pH-métrie naso-œsophagienne conventionnelle est à l'origine d'un inconfort nasal, oral voire pharyngé, ainsi que d'une gêne sociale. Par conséquent, les patients ont tendance à limiter leurs activités pendant l'enregistrement, ce qui peut diminuer le nombre de reflux acides et donner un résultat finalement faussement négatif. La pH-métrie sans fil consiste à incorporer l'électrode d'antimoine dans une capsule qui est fixée dans l'œsophage. Elle transmet les variations de pH à un récepteur externe par télémetrie, améliorant ainsi significativement la tolérance de l'examen. La prolongation de l'enregistrement à

Frank Zerbib,
Sabine Roman

48 heures améliore le rendement diagnostique de la pH-métrie.

Aspects techniques :

La capsule Bravo® mesure 25 × 6 × 5,5 mm et contient une batterie, un émetteur radio et une électrode de pH en antimoine à son extrémité distale (Figure 1). Comme en pH-métrie « filaire », l'électrode de pH de la capsule est calibrée avant utilisation avec des solutions-tampons. Le dispositif d'insertion et de fixation de la capsule permet d'aspirer un repli de la muqueuse œsophagienne et d'y «agrafer» la capsule Bravo®. Ce dispositif peut être inséré dans l'œsophage soit par une narine, soit plus facilement par la bouche. Il est actuellement recommandé de positionner la capsule 6 cm au-dessus de la jonction pavimenteuse repérée par une endoscopie (selon l'hypothèse que le bord proximal du SIO est environ 1 cm au-dessus de cette jonction. L'alternative est de repérer le bord supérieur du SIO en manométrie et d'appliquer un correctif de 4 cm en cas d'introduction par la bouche. La technique est relativement facile à apprendre et dans l'ensemble, la fixation de la capsule est un succès chez 90 à 95 % des patients (2). Pendant l'enregistrement, le détachement précoce de la capsule se produit dans environ 10 % des cas, conduisant à un passage prématuré de la capsule dans l'estomac et à une mauvaise interprétation de l'exposition acide. Une perte du signal de la

■ F. Zerbib (✉), Service d'Hépatogastroentérologie, Hôpital Saint-André, 33075 Bordeaux Cedex

■ S. Roman, Explorations fonctionnelles digestives, Hospices Civils de Lyon et Université Claude Bernard Lyon I, 69437 Lyon Cedex 03

Correspondance : Professeur Frank Zerbib, Service d'Hépatogastroentérologie, Hôpital Saint André, 1, rue Jean Burguet, 33075 Bordeaux, France - Tél. : + 33 5 56 79 58 06 - Fax : + 33 5 56 79 47 81

E-mail : frank.zerbib@chu-bordeaux.fr

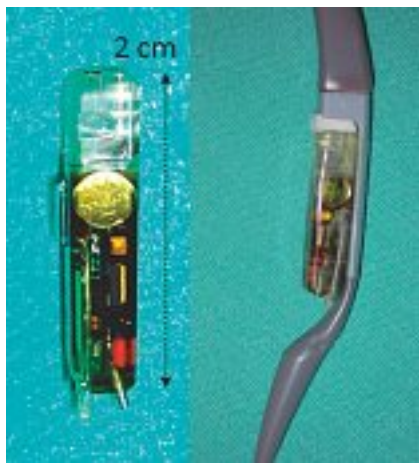


Figure 1. Capsule Bravo® seule et sur son dispositif de largage (Clichés fournis par le Pr S Bruley des Varannes)

capsule pH peut se produire si le patient est trop loin du récepteur, mais les données manquantes sont d'une importance généralement minimale et n'ont pas d'impact le résultat global de l'enregistrement (2).

Comparaison entre pH-métrie avec sonde et sans fil :

Chez les sujets asymptomatiques, on observe significativement plus d'épisodes de reflux en pH-métrie classique qu'en pH-métrie sans fil, du fait, notamment, d'une meilleure détection des épisodes de reflux courts grâce à une fréquence d'échantillonnage plus haute (3). Ces différences ne semblent pas être pertinentes pour le diagnostic même de RGO chez les patients symptomatiques puisqu'il existe une bonne corrélation entre les deux dispositifs pour l'évaluation de l'exposition acide œsophagienne (2).

Tolérance et complications

Les symptômes les plus fréquents liés à la fixation de la capsule sont des douleurs thoraciques, une dysphagie et une sensation de corps étranger qui sont habituellement d'intensité légère. Ils conduisent exceptionnellement à l'ablation de la capsule endoscopique qui reste nécessaire dans moins de 2 % des cas. Un défaut de détache-

ment de capsule avec rétention prolongée nécessitant une résection endoscopique est rare. Deux études randomisées (4, 5) ont démontré que la tolérance de la pH-métrie sans fil est meilleure que la pH-métrie avec sonde, en ce qui concerne l'inconfort nasal, oral et pharyngé, de même que le maintien d'une activité diurne normale, avec une qualité de sommeil et d'alimentation conservées.

Intérêt de l'enregistrement prolongé

Plusieurs études ont montré qu'une durée d'enregistrement prolongée à 48 heures augmente la probabilité de mettre en évidence des épisodes de reflux en rapport avec des symptômes (2, 5, 6). Il peut y avoir d'importantes différences d'exposition acide entre les 24 premières heures et les 24 suivantes, aussi la rentabilité pour le diagnostic de RGO est plus élevée lorsque l'on considère les 24 heures les plus « anormales ». Prolonger la pH-métrie augmente également la probabilité d'établir une association positive symptôme-reflux avec un rendement diagnostique global augmenté de 31 % (6). En utilisant 2 récepteurs distincts calibrés pour une même capsule Bravo®, Hirano *et al.* ont effectué une pH-métrie œsophagienne de 4 jours chez 18 patients présentant des symptômes réfractaires, permettant ainsi une analyse sans puis avec traitement (7). Le premier jour a été étudié sans traitement alors que les jours 2 à 4 ont été étudiés sous rabéprazole 20 mg. Parmi les patients présentant une exposition acide anormale le jour 1, seuls 5 % n'ont pas normalisé leur exposition acide au 4^e jour. Cette étude démontre la faisabilité d'une mesure du pH de 4 jours qui peut aider, en une procédure unique, à documenter la présence de symptômes liés au reflux acide, à la fois sans et sous traitement. Un des avantages de la capsule Bravo® est qu'elle peut être placée au cours (ou au décours) d'une endoscopie. En France où l'endoscopie sous anesthésie est

répandue, elle permet 1/ de placer la capsule au cours de l'anesthésie générale et 2/ de s'affranchir des résultats de la 1^{re} journée difficilement interprétables compte tenu des suites de l'anesthésie. Seuls les résultats du J2 peuvent être pris en compte pour l'analyse, obtenus dans des conditions « ambulatoires » très proches des conditions de vie habituelles du patient.

La pH-Impédancemétrie œsophagienne

L'impédancemétrie permet la détection des épisodes de reflux en fonction des changements de résistance au courant électrique entre deux électrodes, quand un bolus liquide et/ou de gaz se déplace entre les ces deux électrodes. L'impédance entre deux électrodes dépend de la conductivité électrique de l'environnement des électrodes (le contenu luminal, la muqueuse, l'épaisseur de la paroi). L'impédance est l'inverse de la conductivité. Quand un bolus liquide à haute conductivité électrique réalise un pont entre deux électrodes, l'impédance diminue. En revanche, un bolus de gaz dont la conductivité est très faible augmente l'impédance électrique. Cette technique, combinée avec la surveillance du pH, permet la détection des reflux gastro-œsophagien liquides, gazeux et acide ou non acide.

Aspects techniques

La pH-impédancemétrie œsophagienne comprend d'une part un enregistreur de données portable avec des amplificateurs de pH et d'impédance et d'autre part un cathéter contenant au moins une électrode de pH en antimoine et 6 électrodes d'impédance. L'amplificateur délivre un courant alternatif de 1 à 2 kHz. L'impédance et les signaux de pH sont enregistrés à une fréquence d'échantillonnage de 50 Hz et les données sont stockées sur une carte mémoire pour être secondairement analysées par un logiciel dédié. Comme pour la pH-métrie simple, les

enregistrements sont réalisés de préférence en ambulatoire, après une nuit de jeûne. Le pH est enregistré à 5 cm au dessus du SIO et l'impédance à 6 niveaux différents en amont. Certains cathéters ont également une électrode en antimoine pour le contrôle du pH gastrique et/ou de l'œsophage proximal. Le cathéter peut être positionné en utilisant la technique du gradient de pH chez les patients sans IPP.

Interprétation

Les repas doivent être exclus de l'analyse. Le tableau 1 récapitule les caractéristiques des différents types de reflux en pH-impédancemétrie (figure 2). Dans la littérature, le terme de reflux « non-acide » se réfère généralement à tous les cas de reflux à $\text{pH} \geq 4$, mais il s'agit d'une erreur de dénomination car la composition chimique du reflux est précisément de nature acide ($\text{pH} < 7$).

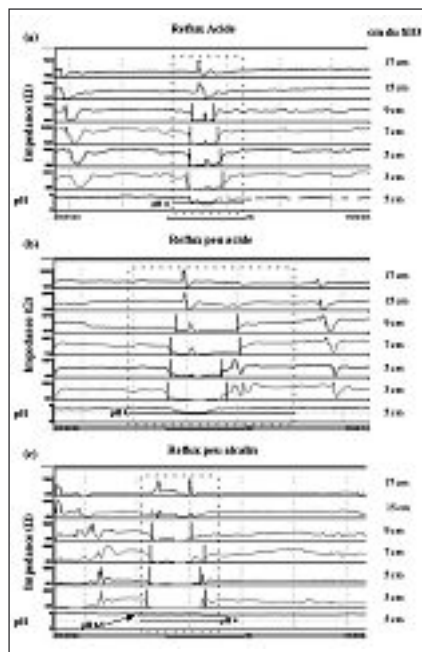


Figure 2. Exemples de tracés de pH-impédancemétrie. a/ Reflux acide. La chute d'impédance débute au niveau du bas œsophage et remonte jusqu'à 9 cm au-dessus du SIO, témoignant d'un reflux liquidien. Chute de pH au-dessous de 4. b/ Reflux peu acide. Idem mais la chute de pH ne descend pas au-dessous de 4. c/ Reflux peu alcalin. Idem mais la chute de pH ne descend pas au-dessous de 6.5

Tableau 1. Caractérisation des reflux en pH-impédancemétrie : récapitulatif. D'après Sifrim et al (3)

Type de reflux	Définition
Reflux acide	Reflux du contenu gastrique avec un pH inférieur à 4, réduisant le pH œsophagien en-dessous de 4 ou survenant alors que le pH est déjà en dessous de 4.
Reflux faiblement acide	Reflux au cours duquel le pH œsophagien minimal est entre 4 et 7.
Reflux faiblement alcalin	Reflux au cours duquel le nadir du pH œsophagien ne tombe pas en dessous de 7.
Reflux liquide	Chute de 50 % de l'impédance à progression rétrograde à partir du SIO et se propageant au moins aux 2 électrodes adjacents.
Reflux gazeux	Augmentation rapide (3kW/s) de l'impédance de plus de 5 kW, qui se produit simultanément au moins sur 2 segments œsophagiens analysés, en l'absence de déglutition.
Reflux mixte liquide-gaz	Reflux de gaz survenant immédiatement avant ou pendant un reflux de liquide.

L'analyse des enregistrements de pH-impédancemétrie demande beaucoup de temps et d'expérience. La durée de l'analyse manuelle varie de 1 à 3 h en fonction de l'expérience de l'enquêteur et du nombre de reflux à analyser. Des logiciels ont donc été développés pour réaliser une analyse automatique. Toutefois, par rapport à l'analyse visuelle, l'analyse automatique n'est pas encore fiable en particulier chez les patients sous IPP puisqu'il en résulte 25 % de mauvais diagnostic final (8).

Il n'existe pas actuellement de données suffisantes pour retenir un critère spécifique plutôt qu'un autre afin de définir si une pH-impédancemétrie est normale ou pathologique. La plupart des experts s'accordent pour retenir l'association symptomatique plutôt que la détermination quantitative de l'excès de reflux non-acide sous IPP.

Impédancemétrie pharyngée

Considérant les défauts de la pH-métrie proximale (œsophage, pharynx) chez les patients suspects de reflux laryngo-pharyngé, des sondes d'impédancemétrie pharyngée ont été développées et quelques résultats préliminaires sont disponibles. Les reflux liquides purs et mixtes dans le pharynx sont très rares par rapport aux reflux gazeux et ont été observés sur des enregistrements ambulatoires simultanés du pH et de l'impédance pharyngo-œsophagien uniquement

chez les patients atteints de laryngite (9). Le nombre de reflux gazeux accompagnés de changement de pH mineur était plus élevé dans le groupe laryngite que dans le groupe RGO ou les témoins.

Même si certaines difficultés techniques persistent, en particulier la définition du reflux pharyngé par rapport aux artefacts de déglutition, ces données préliminaires suggèrent que, plutôt que des reflux acides liquides, la plupart des épisodes de reflux pharyngés contiennent du gaz et des composants non ou faiblement acides. Ces résultats expliquent sans doute le manque de sensibilité de la pH-métrie conventionnelle. Savoir si l'impédancemétrie pharyngée sera utile dans la gestion des patients suspects de RLP reste à déterminer.

Intérêt clinique de la pH-impédancemétrie œsophagienne

Les dernières données disponibles confirment que l'impédancemétrie ajoute peu de valeur au rendement diagnostique de la pH-métrie simple chez les patients sans traitement. Les IPP n'ont que peu d'influence sur le nombre total d'épisodes de reflux, mais ils tendent à modifier le type de reflux en diminuant les épisodes de reflux acide et en augmentant les épisodes de reflux faiblement acides. Par conséquent, ajouter l'impédance à la pH-métrie améliore le rendement

diagnostique et permet une meilleure analyse des symptômes chez les patients sous traitement.

Symptômes typiques de reflux

Si un reflux n'a jamais été documenté (œsophagite peptique), les patients peuvent être testés sans traitement afin de confirmer la présence d'un reflux acide anormal et/ou une association positive symptôme-reflux. Dans ce cas, la pH-métrie simple (avec ou sans fil) peut raisonnablement être proposée comme examen de première intention, la valeur ajoutée de la pH-impédancemétrie étant limitée. Toutefois, étant donné la grande spécificité des symptômes typiques de reflux (pyrosis, régurgitation, syndrome postural), il semble plus utile de réaliser des études sous traitement. Dans cette situation, la pH-impédancemétrie des 24 heures a un meilleur rendement diagnostique et permet d'établir une relation temporelle entre symptômes et reflux non-acide (principalement faiblement acide) chez 30 à 40 % des patients qui auraient été manqués par une pH-métrie seule. De plus, il est important de retenir que la moitié de ces patients testés en pH-impédancemétrie n'a aucun symptôme lié au RGO (10, 11). Cette technique pourra donc s'avérer utile dans l'avenir pour sélectionner le traitement anti-reflux – médical ou chirurgical – le plus adapté. Mainie *et al.* ont rapporté des résultats favorables de la fundoplicature par laparoscopie chez 18 des 19 patients avec symptômes persistants sous IPP et SI positif pour le reflux non-acide sur la pH-impédancemétrie œsophagienne (12). C'est actuellement la seule étude disponible suggérant que la pH-impédancemétrie pourrait avoir un impact significatif sur la prise en charge du RGO chez les patients résistant au traitement médical bien conduit.

Symptômes atypiques

En cas de symptômes atypiques (toux, signes ORL, asthme), la difficulté est double : il faut s'assurer qu'il y a bien un RGO pathologique et que celui-ci

est associé aux symptômes. Cependant, la relation entre le reflux et certains symptômes plus ou moins permanents (symptômes ORL) est souvent difficile à établir avec un degré de certitude suffisant. La présence d'une œsophagite et/ou d'une exposition acide œsophagienne anormale distale en pH-métrie peut confirmer la présence d'un RGO pathologique, mais ne peut fournir aucune information sur le lien de causalité avec les anomalies proximales. En effet, le lien entre reflux et symptômes laryngés ne peut pas reposer sur l'analyse de l'association de symptomatique, car ces symptômes sont généralement de longue durée (ou permanents) et n'ont pas de début soudain qui pourrait être facilement perçu par le patient et indiqué par le marqueur d'événement. En outre, la présence d'un reflux acide proximal et/ou distal anormal en pH-métrie ne permet pas de prédire la réponse au traitement (13).

En pratique clinique, il est recommandé de prendre en compte la présence de symptômes typiques associés à des symptômes atypiques. La décision de tester les patients sous ou sans traitement peut être prise en fonction de la probabilité *a priori* de RGO : une faible probabilité (symptômes extra-œsophagiens seuls) doit favoriser une étude sans traitement afin d'infirmer l'hypothèse de RGO. La pH-métrie classique ou par capsule Bravo® garde une place dans cette situation. Le plus souvent négative, la pH-métrie peut aider les médecins, et en particulier le gastro-entérologue auquel le patient est adressé, à écarter le diagnostic de RGO. Cette conclusion s'avère bien utile chez ces patients dont les symptômes chroniques sont difficiles à traiter et considérés à tort comme ayant des symptômes liés au RGO. Si un pyrosis et/ou des régurgitations sont présents, un traitement empirique par IPP peut être proposé. En cas de symptômes réfractaires, les explorations œsophagiennes devraient être réalisées sous traitement, idéalement avec une pH-impédancemétrie.

La bilimétrie (Bilitec®)

Le reflux duodéno-gastro-œsophagien (RDGO) fait référence au reflux du contenu duodénel, c'est-à-dire des sécrétions biliaires et pancréatiques jusque dans l'œsophage. Pendant de nombreuses années, les auteurs ont retenu une valeur de pH > 7 comme marqueur de RDGO, considéré comme « reflux alcalin ». Toutefois, il est maintenant admis que la plupart de ces hausses de pH à plus de 7 correspondent à des artéfacts et que le terme de « reflux alcalin », basé sur la pH-métrie, est un terme impropre.

Cette hypothèse repose essentiellement sur les résultats des études effectuées avec la technique du Bilitec®. Il s'agit d'un système basé sur la détection spectrophotométrique de la bile dans la lumière œsophagienne utilisant les propriétés optiques de la bilirubine. En effet, des enregistrements simultanés du pH œsophagien et de la présence de bile ont montré une faible corrélation entre reflux biliaire et le temps passé à pH > 7 (14). Des études couplant Bilitec® et impédancemétrie ont montré que reflux biliaire et reflux non-acide sont également deux phénomènes distincts (15). Si la pH-impédancemétrie œsophagienne peut détecter les épisodes de reflux acide et non-acides, l'analyse de la concentration œsophagienne en bilirubine ajoute des informations sur la nature chimique du reflux.

Aspects techniques

Le système se compose d'une sonde miniaturisée de spectrophotométrie de 1,5 mm de diamètre qui transporte des signaux lumineux dans l'œsophage *via* un faisceau de fibres optiques en plastique. La bilirubine est le principal pigment de la bile et a un spectre d'absorbance caractéristique. Le principe du système Bilitec® est basé sur la détection dans l'œsophage de toute absorption autour de 450 nm suggérant la présence de bilirubine et donc de RDGO. Les conditions d'enregistrements ambulatoires sont similaires aux

autres techniques. La seule différence consiste à éviter les repas solides, car les particules de nourriture peuvent être prises au piège à la pointe du système et causer des artefacts. Il est également recommandé de ne pas boire de liquides dont la couleur peut interférer avec la détection de bilirubine (café, thé ou jus de fruits). Le reflux de bilirubine est défini comme une augmentation de l'absorbance de la bilirubine-dessus de 0,14 pendant plus de 10 secondes. Les données sont exprimées en pourcentage de temps où l'absorbance de bilirubine est supérieur à 0,14.

Intérêt clinique

Comme pour l'exposition acide de l'œsophage, l'exposition au RDGO a un rôle et une gravité croissante tout le long du spectre du RGO. Le RDGO est considéré comme jouant un rôle spécifique dans le développement de l'œsophage de Barrett (14). La plupart des épisodes de reflux biliaries se produisent en association avec un reflux acide et la plupart d'entre eux sont effectivement acides chez les patients sans traitement. Le rôle du RDGO dans l'apparition de symptômes reste débattu. Une étude belge a montré que 62 % des patients atteints de RGO réfractaire avaient un RDGO anormal (16). Toutefois, lorsque l'association des symptômes a été analysée, un Symptom Index positif pour le reflux acide, le RDGO et le reflux mixte a été trouvée dans 19 % 8 % et 5 % des patients, respectivement. La contribution relativement faible du RDGO à la persistance des symptômes réfractaires de RGO a été confirmée par Gasiorowska *et al.* qui ont constaté que seulement 9 % des symptômes rapportés par leurs patients sous simple dose d'IPP étaient corrélés à un RDGO isolé (17). En outre, cette étude a également montré un degré similaire de RDGO chez les patients présentant des symptômes réfractaires et chez ceux qui étaient asymptomatiques, suggérant que le RDGO joue un rôle très limité dans le déclenchement des symptômes. Très peu de données sont

disponibles sur le rôle présumé du RDGO sur les symptômes atypiques. Le groupe de Louvain a observé que les patients avec des symptômes ORL nécessitant un traitement IPP au long cours avait un plus haut niveau de RDGO que ceux qui pouvaient arrêter le traitement (18).

Par conséquent, considérant le rendement diagnostique relativement faible de l'examen et la faible disponibilité de l'équipement, la bilimétrie œsophagienne n'apparaît pas comme un examen de première intention pour tester les patients réfractaires RGO.

La manométrie haute résolution de l'œsophage

La manométrie haute résolution (MHR) se distingue de la manométrie classique par 2 innovations : l'augmentation du nombre de points de mesure de pression et une représentation topographique des variations de pression. L'augmentation du nombre de capteurs de pression et le faible espace entre 2 capteurs (moins de 2 cm) permettent une analyse plus précise de la motricité, notamment au niveau des sphincters. Ainsi, l'étude de l'anatomie fonctionnelle des sphincters et des différents segments du tube digestif devient possible (19).

Principe

Le développement de nouveaux capteurs de pression électroniques solides a permis la fabrication de sondes comportant 36 capteurs de pression espacés les uns des autres de 1 cm (exemple le système Sierra®). Ces capteurs occupent toute la circonférence de la sonde. Ainsi, pour un niveau donné, la pression mesurée ne correspond pas à une mesure unique en un seul point, mais reflète la pression exercée sur toute la circonférence de la zone étudiée (sphincters, corps de l'œsophage,...). Cette mesure circonférentielle permet donc de s'affranchir des variations de pression secondaire par exemple à l'asymétrie

radiale des sphincters. Les variations de pression induites par les mouvements de la sonde peuvent également être différenciées de celles secondaires à une relaxation, notamment au niveau des sphincters. Enfin, le temps de réponse des capteurs solides est inférieur à celui des sondes perfusées utilisées en manométrie conventionnelle. Ceci rend donc possible l'étude des variations rapides de pression, notamment au niveau des muscles striés du pharynx et du sphincter supérieur de l'œsophage.

La 2^e avancée est le traitement informatique de l'important volume de données apportées par la manométrie HR. Ces dernières sont présentées en fonction du temps non plus sous la forme de courbes de variation de pression mais en 3 dimensions : les variations de pression (représentées par un code couleur) sont données en fonction de la position anatomique des capteurs et en fonction du temps (figure 3).

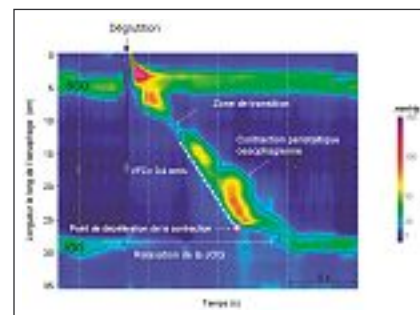


Figure 3. Déglutition normale en manométrie œsophagienne haute résolution. La ligne noire représente la ligne d'isocontour 20 mmHg. Avant la déglutition, 2 zones de haute pression sont visualisées : le sphincter supérieur de l'œsophage (SSO) et la jonction œso-gastrique (JOG). Lors de la déglutition le SSO s'ouvre, l'onde de contraction pharyngée propulse le bolus dans le corps de l'œsophage. La relaxation de la JOG débute juste après l'ouverture du SSO. La contraction péristaltique œsophagienne est caractérisée par une zone de transition (représentée par une interruption de la ligne d'isocontour sur une hauteur de 1,3 cm dans cet exemple) et par le point de décélération de la contraction. La vitesse du front contractile (VFC) correspond à la pente de la droite entre la zone de transition et le point de décélération de la contraction

Cette méthode de représentation topographique permet de visualiser les relations entre les forces de propulsion (représentées par les variations de pression induites par l'activité contractile), la clairance du bolus (représentée par la pression intrabolus) et les forces de résistance (pression sphinctérienne résiduelle et gradient de pression transsphinctérien).

Matériel

Les sondes les plus répandues comportent jusqu'à 36 capteurs solides. Elles sont à usage multiple. Chaque sonde est conçue pour la réalisation d'au moins 200 examens. Leur utilisation nécessite le placement d'une gaine de protection à usage unique avant chaque examen. L'étanchéité de cette gaine doit être vérifiée après utilisation. En cas de non étanchéité, une désinfection de la sonde doit être réalisée.

Réalisation de l'examen

L'examen est réalisé chez un patient à jeun en position couchée ou assise. La sonde est introduite dans l'œsophage par voie transnasale. Son positionnement est aisé. Les 2 zones de haute pression correspondant respectivement au sphincter supérieur et à la jonction œso-gastrique sont facilement repérables et permettent de vérifier le positionnement correct de la sonde. Les variations de pression lors des mouvements respiratoires et notamment la contraction diaphragmatique lors de l'inspiration aident au repérage du passage de l'œsophage intrathoracique à la cavité gastrique intra-abdominale. Une fois en place la sonde est fixée au niveau nasal. Le retrait progressif de la sonde n'est pas nécessaire comme pour la manométrie conventionnelle puisque, compte tenu du nombre de capteurs de pression, des mesures sont effectuées simultanément du pharynx jusqu'à l'estomac. Cette absence de retrait de sonde pourrait améliorer la tolérance de l'examen.

L'enregistrement débute par une période basale où il est demandé au patient de ne pas déglutir. Cette période permet l'enregistrement de la localisation et des pressions du sphincter supérieur de l'œsophage (SSO) et de la jonction œso-gastrique (JOG). Puis l'étude de la motricité œsophagienne est réalisée au cours de déglutitions de 5 ml de liquide, effectuées à intervalles réguliers. Des déglutitions rapides et répétées de faible volume de liquide, des déglutitions isolées de volume plus important de liquide (10, 20 ml), des déglutitions, des déglutitions solides ou la prise de repas-test sont également possibles au cours de l'examen. L'analyse de l'enregistrement se fait une fois l'examen terminé, aidée par une analyse automatique des périodes d'intérêt.

Interprétation

Les variations de pression sont étudiées dans le même temps depuis le pharynx jusqu'à la jonction œso-gastrique. Elles sont le reflet des contractions et des relaxations survenant au niveau des sphincters et du corps de l'œsophage.

Pharynx et sphincter supérieur de l'œsophage

L'analyse des variations de pression dans le pharynx et au niveau du sphincter supérieur de l'œsophage en plusieurs points espacés les uns des autres de 1 cm permet de s'affranchir des artéfacts liés à l'ascension du larynx lors des déglutitions. De plus, l'utilisation de capteurs solides autorise l'enregistrement de rapides variations de pression observées au niveau des muscles striés. Les ondes de contraction pharyngées sont facilement repérées tout comme la relaxation du SSO.

Corps de l'œsophage

Les ondes de contraction œsophagiennes sont parfaitement identifiées par la manométrie HR. Deux ondes distinctes sont le plus souvent visua-

lisées, l'une dans l'œsophage proximal et l'autre dans l'œsophage distal. Ces deux ondes sont séparées par une zone de pression plus basse appelée zone de transition (figure 3). Cette zone correspond à la jonction entre le muscle strié œsophagien et le muscle lisse. Elle dure généralement moins de 1 seconde et s'étend sur une hauteur de moins de 2 cm.

Pour être considérée comme normale, une onde de contraction œsophagienne doit présenter une ligne de contour isobarique à 20 mmHg intacte ou avec une interruption inférieure à 2 cm. Le « péristaltisme interrompu » est défini par une interruption de cette ligne sur plus de 2 cm et l'apéristaltisme par une absence de ligne de contour isobarique 20 mmHg ou une intégrité de la ligne d'isocontour sur hauteur minimale (< 3 cm) dans l'œsophage distal. La vitesse de propagation des ondes de contraction œsophagiennes est estimée par la vitesse du front contractile (VFC). La VFC est normale si elle est inférieure à 12 cm/s. Lorsque la VFC est élevée, ceci peut correspondre à une onde de contraction œsophagienne rapidement propagée ou à une augmentation de la pression dans le corps de l'œsophage (appelée pressurisation) secondaire à un obstacle à l'écoulement du bolus dans le corps de l'œsophage. Dans le premier cas, les lignes d'isocontour à différentes pressions sont parallèles au contraire de ce qui est observée en cas de pressurisation de l'œsophage. L'intensité de la contraction est appréciée dans le segment œsophagien distal par le calcul de l'intégrale de contraction distale (Distal Contractile Integral DCI). La DCI est le produit de la longueur du segment œsophagien distal (mesuré en cm depuis la zone de transition jusqu'au bord supérieur de la jonction œso-gastrique) par la durée de la contraction en secondes et par la pression moyenne dans cette fenêtre en mm Hg. Elle est normale lorsqu'elle est inférieure à 5 000 mm Hg.s.cm.

Jonction œso-gastrique

L'utilisation de la manométrie HR facilite l'identification de la jonction œso-gastrique: la technique de retrait n'est pas nécessaire et les limites de cette jonction sont facilement repérées même en cas d'ascension de la JOG, lors des mouvements respiratoires par exemple. Les 2 composantes de la jonction œso-gastrique, le sphincter inférieur de l'œsophage (SIO) et le diaphragme crural, peuvent apparaître sous la forme de 2 zones de haute pression distinctes, notamment en cas de hernie hiatale. La pression basale normale de la JOG est comprise entre 5 et 35 mm Hg.

La relaxation lors des déglutitions est étudiée dans l'espace situé entre le bord inférieur de la JOG et 2 cm au-dessus du bord supérieur de la JOG sur une période débutant avec l'ouverture du SSO et se terminant lors de l'arrivée de l'onde de contraction péristaltique au niveau de la JOG (ou pendant 10 secondes en cas d'apéristaltisme). La relaxation de la JOG est quantifiée par la pression résiduelle minimale mesurée à l'aide du manchon électronique sur une période de 4 secondes non consécutives (Integrated Relaxation Pressure, IRP). La pression résiduelle normale (IRP) est inférieure à 15 mmHg.

Apport de la MHR par rapport à la manométrie « conventionnelle »

Les différentes pathologies identifiées par la manométrie conventionnelle le sont aussi par la technique haute résolution avec une sensibilité qui pourrait être meilleure. La classification des troubles moteurs œsophagiens proposée par l'équipe de Chicago à partir des données fournies par la manométrie HR est basée sur l'étude de la relaxation de la jonction œso-gastrique et de la motricité dans le corps de l'œsophage (tableau 2) (20).

L'indication principale de la manométrie œsophagienne haute résolution est probablement l'exploration des dysphagies inexplicables, situation

Tableau 2. Classification des troubles moteurs œsophagiens (20)

Diagnostic	Critères
Achalasie	
Achalasie classique (type I)	IRP moyenne ≥ 15 mmHg, 100 % de déglutition associées avec un péristaltisme absent.
Achalasie avec compression (type II)	IRP moyenne ≥ 15 mmHg, absence de péristaltisme intact, pressurisation pancœsophagienne pour ≥ 20 % des déglutitions.
Achalasie spastique (type III)	IRP moyenne ≥ 15 mmHg, absence de péristaltisme intact, vitesse de propagation élevée pour ≥ 20 % des déglutitions.
Obstruction fonctionnelle œsophagienne	IRP moyenne ≥ 15 mmHg, séquence de propagation péristaltique normale dans l'œsophage associée à une augmentation du gradient de pression œsophago-gastrique.
Spasme diffus de l'œsophage	IRP moyenne < 15 mmHg et vitesse de propagation rapide pour ≥ 20 % des déglutitions.
Œsophage casse-noisettes	IRP moyenne ≥ 15 mmHg, séquence de propagation péristaltique normale dans l'œsophage. DCI moyenne $> 5,000$ mmHg-s-cm. En cas de DCI moyenne $> 8,000$ mmHg-s-cm, on parle d'œsophage casse-noisettes spastique.
Apéristaltisme	IRP moyenne < 15 mmHg, 100 % des déglutitions avec un péristaltisme absent.
Péristaltisme fréquemment absent	> 30 %, mais < 100 % des déglutitions avec un péristaltisme absent.
Péristaltisme interrompu avec large défaut	IRP moyenne < 15 mmHg et > 20 % des déglutitions avec un interruption de plus de 5 cm à l'isocontour 20 mmHg au niveau de la contraction œsophagienne.
Péristaltisme interrompu avec petit défaut	IRP moyenne < 15 mmHg et > 30 % des déglutitions avec un interruption de 2 à 5 cm à l'isocontour 20 mmHg au niveau de la contraction œsophagienne.
Normal	Aucun des critères précédents n'est présent.

dans lesquelles le gain diagnostique par rapport à la manométrie conventionnelle est de 12 à 20 % (19). Elle permet aussi bien l'évaluation de dysphagies d'origine pharyngée qu'œsophagienne. Les barres crico-pharyngées sont suspectées devant une augmentation du gradient de pression transsphinctérien. Le diagnostic d'achalasia pourrait également être plus aisé.

Achalasia

La manométrie haute résolution a permis d'identifier 3 types différents d'achalasia de l'œsophage (figure 4). Le type I, dit « classique », dans lequel il n'y a aucune augmentation de pression dans l'œsophage en réponse à une déglutition, est un défaut de relaxation de la jonction œso-gastrique. Dans le type II, il existe une pressurisation de l'œsophage liée la compression du bolus ingéré entre le SSO et l'obstacle fonctionnel cardiaque. Le type III correspond à l'achalasia « spastique » dans laquelle il existe des ondes œsophagiennes non propagées

et de grande amplitude. La MHR permettrait de mieux différencier l'achalasia de la maladie des spasmes diffus en identifiant des pseudo-relaxations du SIO liés à l'ascension du SIO lors des déglutitions. Il est également plus aisé de distinguer une augmentation de pression intra-œsophagienne (pressurisation de l'œsophage) d'une authentique contraction œsophagienne. Il a également été suggéré que les achalasia de type II répondaient plus favorablement aux traitements (quels qu'ils soient) que les 2 autres formes (21). Ces résultats doivent être confirmés par des études ultérieures.

Hernie hiatale

La hernie hiatale manométrique est définie par la présence de 2 zones de haute pression, séparées d'au moins 2 cm, au niveau de la jonction œso-gastrique. L'une de ces zones correspond au diaphragme crural et l'autre au sphincter inférieur de l'œsophage. La fiabilité de la manométrie HR pour ce diagnostic est sans commune

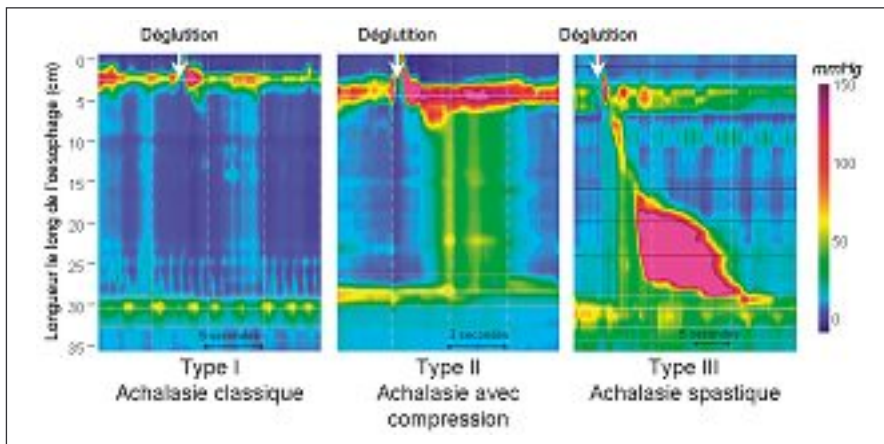


Figure 4. Trois types d'achalasia sont définis par la manométrie haute résolution. L'achalasia de type I ou achalasia classique est caractérisée par un défaut de relaxation de la jonction œso-gastrique associé à un apéristaltisme. L'achalasia de type II (achalasia avec compression) présente une pressurisation panœsophagienne lors des déglutitions. L'achalasia de type III ou achalasia spastique est caractérisée par un défaut de relaxation de la jonction œso-gastrique associée à la présence de contractions spastiques dans l'œsophage distal

mesure avec celle de la manométrie conventionnelle.

Obstacle fonctionnel au niveau de la jonction œso-gastrique

La mesure des gradients de pression transsphinctérien met en évidence le retentissement fonctionnel des anomalies de la jonction œso-gastrique et de la motricité du corps de l'œsophage sur la clairance du bolus œsophagien. Elle permet d'expliquer certaines dysphagies. Alors qu'il n'y a aucun trouble du péristaltisme œsophagien, il peut exister un obstacle fonctionnel au niveau de la jonction œso-gastrique se traduisant par un défaut isolé de la relaxation à ce niveau et/ou une augmentation de la pression intrabolus dans l'œsophage distal (figure 5).

Par exemple, l'apport de la manométrie HR est très significatif dans l'exploration des dysphagies dans un contexte postopératoire (chirurgie antireflux, anneaux gastriques modulables, gastrectomies,...). Une mauvaise compliance de la JOG après fundoplicature peut être responsable d'un gradient de pression transsphinctérien et donc d'un défaut de clairance œsophagienne, parfois même sans qu'il y ait de trouble de la relaxation de la œso-gastrique. Dans d'autres

cas, le défaut de clairance œsophagienne sera secondaire à un défaut de relaxation de la JOG ou à une anomalie du péristaltisme du corps de l'œsophage.

Pathologies de la motricité pharyngée et du sphincter supérieur de l'œsophage

L'étude des ondes de contraction pharyngées, de la pression du SSO et des ondes du tiers proximal de l'œsophage peuvent permettre la mise en évidence d'anomalies touchant la musculature striée (par exemple, absence d'onde de contraction pharyngée ou défaut de relaxation du SSO lors des

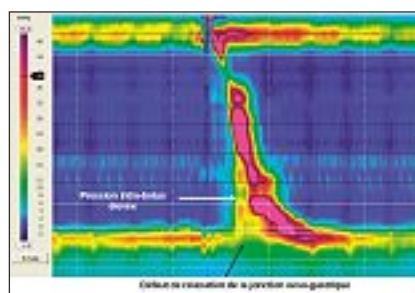


Figure 5. Manométrie haute résolution chez un patient présentant une dysphagie inexpliquée. Le péristaltisme œsophagien est normal mais la relaxation de la jonction œso-gastrique est incomplète provoquant une augmentation de la pression intrabolus

déglutitions). Ces dernières peuvent avoir une origine nerveuse centrale ou périphérique. L'existence d'un gradient de pression pharyngo-œsophagien doit faire suspecter une barre crico-pharyngée. Un examen ORL complémentaire (vidéo-endoscopie de la déglutition) et/ou un enregistrement fluoroscopique permettront de confirmer la nature de l'obstacle.

Conclusion

La MHR de l'œsophage représente un progrès incontestable dans l'exploration de la motricité de l'œsophage, principalement pour l'exploration des dysphagies (y compris les dysphagies pharyngo-laryngées) et la caractérisation des troubles moteur œsophagiens. La facilité de réalisation et d'apprentissage permet un transfert des compétences et une relecture aisée *a posteriori* mais le coût de l'examen (au moins le double par rapport à une manométrie conventionnelle) limite actuellement sa diffusion. Par ailleurs, la pertinence clinique des anomalies détectées par la manométrie haute résolution, notamment en ce qui concerne la motricité segmentaire, reste encore à démontrer.

Références

1. Zerbib F, Dapoigny M. Les explorations fonctionnelles digestives. Paris : Elsevier Masson; 2010.
2. des Varannes SB, Mion F, Ducrotte P, Zerbib F, Denis P, Ponchon T, et al. Simultaneous recordings of oesophageal acid exposure with conventional pH monitoring and a wireless system (Bravo). Gut 2005;54:1682-6.
3. Pandolfino JE, Zhang Q, Schreiner MA, Ghosh S, Roth MP, Kahrilas PJ. Acid reflux event detection using the Bravo wireless versus the Slimline catheter pH systems: why are the numbers so different? Gut 2005;54:1687-92.
4. Wong WM, Bautista J, Dekel R, Malagon IB, Tuchinsky I, Green C,

- et al. Feasibility and tolerability of transnasal/per-oral placement of the wireless pH capsule vs. traditional 24-h oesophageal pH monitoring - a randomized trial. *Aliment Pharmacol Ther* 2005;21:155-63.
5. Pandolfino JE, Richter JE, Ours T, Guardino JM, Chapman J, Kahrilas PJ. Ambulatory esophageal pH monitoring using a wireless system. *Am J Gastroenterol* 2003;98:740-9.
 6. Prakash C, Clouse RE. Value of extended recording time with wireless pH monitoring in evaluating gastro-oesophageal reflux disease. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2005;3:329-34.
 7. Hirano I, Zhang Q, Pandolfino JE, Kahrilas PJ. Four-day Bravo pH capsule monitoring with and without proton pump inhibitor therapy. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2005;3:1083-8.
 8. Roman S, Bruley des Varannes S, Poudroux P, Chaput U, Mion F, Galmiche JP, et al. Ambulatory 24-h oesophageal impedance-pH recordings: reliability of automatic analysis for gastro-oesophageal reflux assessment. *Neurogastroenterol Motil* 2006;18:978-86.
 9. Kawamura O, Aslam M, Rittmann T, Hofmann C, Shaker R. Physical and pH properties of gastroesophagopharyngeal refluxate: a 24-hour simultaneous ambulatory impedance and pH monitoring study. *Am J Gastroenterol* 2004;99:1000-10.
 10. Zerbib F, Roman S, Ropert A, des Varannes SB, Poudroux P, Chaput U, et al. Esophageal pH-impedance monitoring and symptom analysis in GERD: a study in patients off and on therapy. *Am J Gastroenterol* 2006;101:1956-63.
 11. Mainie I, Tutuian R, Shay S, Vela M, Zhang X, Sifrim D, et al. Acid and non-acid reflux in patients with persistent symptoms despite acid suppressive therapy: a multicentre study using combined ambulatory impedance-pH monitoring. *Gut* 2006;55:1398-402.
 12. Mainie I, Tutuian R, Agrawal A, Adams D, Castell DO. Combined multichannel intraluminal impedance-pH monitoring to select patients with persistent gastro-oesophageal reflux for laparoscopic Nissen fundoplication. *Br J Surg* 2006;93:1483-7.
 13. Vaezi MF, Richter JE, Stasney CR, Spiegel JR, Iannuzzi RA, Crawley JA, et al. Treatment of chronic posterior laryngitis with esomeprazole. *Laryngoscope* 2006;116:254-60.
 14. Champion G, Richter JE, Vaezi MF, Singh S, Alexander R. Duodeno-gastroesophageal reflux: relationship to pH and importance in Barrett's esophagus. *Gastroenterology* 1994;107:747-54.
 15. Pace F, Sangaletti O, Pallotta S, Molteni P, Porro GB. Biliary reflux and non-acid reflux are two distinct phenomena: a comparison between 24-hour multichannel intraesophageal impedance and bilirubin monitoring. *Scand J Gastroenterol* 2007;42:1031-9.
 16. Karamanolis G, Vanuytsel T, Sifrim D, Bisschops R, Arts J, Caenepeel P, et al. Yield of 24-hour esophageal pH and bilitec monitoring in patients with persisting symptoms on PPI therapy. *Dig Dis Sci* 2008;53:2387-93.
 17. Gasiorowska A, Navarro-Rodriguez T, Wendel C, Krupinski E, Perry ZH, Koenig K, et al. Comparison of the degree of duodenogastroesophageal reflux and acid reflux between patients who failed to respond and those who were successfully treated with a proton pump inhibitor once daily. *Am J Gastroenterol* 2009;104:2005-13.
 18. Poelmans J, Feenstra L, Tack J. Determinants of long-term outcome of patients with reflux-related ear, nose, and throat symptoms. *Dig Dis Sci* 2006;51:282-8.
 19. Fox MR, Bredenoord AJ. Oesophageal high-resolution manometry: moving from research into clinical practice. *Gut* 2008;57:405-23.
 20. Pandolfino JE, Fox MR, Bredenoord AJ, Kahrilas PJ. High-resolution manometry in clinical practice: utilizing pressure topography to classify oesophageal motility abnormalities. *Neurogastroenterol Motil* 2009;21:796-806.
 21. Pandolfino JE, Kwiatek MA, Nealis T, Bulsiewicz W, Post J, Kahrilas PJ. Achalasia: a new clinically relevant classification by high-resolution manometry. *Gastroenterology* 2008;135:1526-33.

Les 5 points forts

- ❶ La pHmétrie sans fil (Bravo®) permet des enregistrements prolongés et mieux tolérés.
- ❷ Le rendement diagnostique de la pHmétrie sans fil de 48 heures est supérieur à celui de la pHmétrie filaire de 24 heures.
- ❸ Chez un patient sous traitement anti-sécrétoire, la pH-impédancemétrie de 24 heures permet de mettre en évidence, dans 30 à 40 % des cas, un reflux pathologique non ou peu acide.
- ❹ En cas de symptômes atypiques isolés (absence de pyrosis et/ou régurgitations), il est préférable de documenter un RGO à l'aide d'explorations sans traitement.
- ❺ Par rapport à la manométrie conventionnelle, l'apport diagnostique de la manométrie haute résolution concerne essentiellement les dysphagies inexplicables et les dysphagies hautes d'origine pharyngo-laryngée.