

Manométrie anorectale haute résolution : quelles avancées ?

High resolution anorectal manometry: what progress?

Alban Benezech, Michel Bouvier, Véronique Vitton

Hôpital Nord,
Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille,
service de gastro-entérologie,
chemin des Bourrelly,
13915 Marseille Cedex 20, France ;
Interface de Recherche Clinique,
CRN2M, CNRS UMR 7286,
Aix-Marseille Université,
Faculté de Médecine secteur Nord,
51, Boulevard Pierre Dramard - CS8001,
13344 Marseille Cedex 15, France

e-mail : <benezech.alban@gmail.com>

Résumé

La manométrie anorectale est l'exploration fonctionnelle de référence pour l'évaluation des fonctions anorectales. Récemment, deux nouvelles variantes de cette technique, la manométrie anorectale haute résolution et la manométrie anorectale haute résolution 3 dimensions (MHR3D), ont été développées. Elles apporteraient des précisions sur la compréhension des mécanismes physiologiques et physiopathologiques à la base de la continence fécale et de la défécation. En effet, grâce à leurs caractéristiques techniques, notamment le nombre important de capteurs de pression et leur répartition radiale et circonférentielle, elles sont capables de fournir une représentation graphique de l'ensemble des pressions anales à un instant donné. Ces nouvelles méthodes semblent également intéressantes dans la détermination et la classification des patients souffrant de dyschésie. De plus, il semble que, grâce à la rigidité de la sonde MHR3D et aux possibilités de reconstruction en 3 dimensions du canal anal, les ruptures sphinctériennes et un certain nombre de troubles de la statique pelvienne puissent être diagnostiqués. Ces techniques présentent certains inconvénients, essentiellement liés au coût et à la fragilité non négligeable du matériel. Cependant, la richesse des données fonctionnelles et anatomiques fournies et l'étendue de leurs applications potentielles sont de solides arguments en faveur du développement de ces méthodes de diagnostic. Leur utilité en pratique courante et leur place dans la stratégie diagnostique des pathologies anorectales nécessitent de nouvelles études prospectives.

■ **Mots clés** : manométrie anorectale, haute résolution, 3 dimensions, méthodes diagnostiques

Abstract

Anorectal manometry is the gold standard to explore the anorectal function. Recently, high resolution anorectal manometry (HRAM) and three-dimensional high-resolution anorectal manometry (3D-HRAM) have been developed and would improve understanding of physiological and pathophysiological mechanisms underlying fecal continence and defecation. Indeed, due to their technical characteristics, in particular the large number of pressure sensors and their radial and circumferential distribution, they are able to provide a graphical representation of the entire anal pressures at each moment. These new methods also appear useful in the identification and classification of patients with dyschezia. Sphincter defects and several pelvic floor disorders may also be diagnosed by 3D-HRAM, thanks to the rigidity of the probe and the possibilities of 3-dimensional reconstruction of the anal canal. Although these techniques have some drawbacks, mainly related to the cost and the significant fragility of the material, the wealth of functional and anatomical data and the extent of their

Pour citer cet article : Benezech A, Bouvier M, Vitton V. Manométrie anorectale haute résolution : quelles avancées ? *Hépatogastro* 2015 ; 22 : 537-548. doi : 10.1684/hpg.2015.1183

**HEPATO-GASTRO
et Oncologie digestive**

Tirés à part : A. Benezech

potential applications are strong arguments in favor of the development of these diagnostic methods. However, their usefulness in clinical practice and their place in the diagnostic strategy of anorectal diseases require further prospective studies.

■ **Key words:** anorectal manometry, high-resolution, three-dimensional, diagnostic methods

Introduction

Les troubles des fonctions anorectales, comme l'incontinence anale ou la constipation, sont très fréquents et ont un retentissement péjoratif important sur la qualité de vie. Afin d'optimiser leur prise en charge, une bonne compréhension physiopathologique de ces symptômes est nécessaire. L'exploration fonctionnelle de référence dans cette indication est la manométrie anorectale [1]. Ces dernières années ont été développés deux nouveaux systèmes de manométrie utilisant des sondes comportant de nombreux capteurs solides. Ces sondes possèdent des capteurs de pression plus nombreux et plus rapprochés ce qui permet d'obtenir une analyse plus précise des pressions intraluminales. Plusieurs études ont évalué cette technique pour l'étude de la région anorectale montrant des résultats comparables à la manométrie anorectale conventionnelle, avec des perspectives encourageantes. L'objectif de ce travail est de présenter ces nouvelles méthodes d'exploration en discutant leurs points forts et leurs limites au regard des techniques conventionnelles de manométrie anorectale.

“ Les troubles des fonctions anorectales, comme l'incontinence anale ou la constipation, sont très fréquents et ont un retentissement péjoratif important sur la qualité de vie ”

Données techniques

Deux types de sondes de manométrie anorectale haute résolution ont été développés. La première, proche des sondes employées pour la manométrie œsophagienne haute résolution, est une sonde souple (Given Imaging®) de 4,2 mm de diamètre, avec 12 capteurs de pressions circonférentiels répartis sur l'ensemble de la sonde, 10 capteurs destinés au canal anal espacés de 6 mm et 2 capteurs à l'intérieur du ballonnet rectal. Chaque capteur mesure 2,5 mm de hauteur et enregistre une valeur de pression moyenne à chaque localisation à la fréquence de 35 Hz. Les données sont transmises au logiciel d'acquisition Manoscan 360AR™ (Given Imaging®). Deux autres constructeurs ont commercialisé des sondes de mano-

métrie haute résolution (MHR) aux caractéristiques similaires (MMS® et Sandhill Scientific®).

“ Deux types de sondes de manométrie anorectale haute résolution ont été développés ”

Le second type de sonde est la sonde de manométrie haute résolution trois-dimensions (MHR3D) (Given Imaging®). C'est une sonde rigide dont le diamètre est de 10,75 mm et la longueur de 64 mm. Elle possède 256 capteurs de pression répartis sur 16 niveaux comportant chacun 16 capteurs circonférentiels espacés de 4 mm. La sonde présente une lumière centrale pour l'inflation d'un ballonnet. Elle est recouverte pour chaque examen d'une gaine jetable qui comprend un ballon de 3,3 cm de long d'une capacité de 400 cc. Les données manométriques sont enregistrées à une fréquence supérieure à 20 Hz, et recueillies par le logiciel d'analyse spécifique ManoView™ (Given Imaging®) (figure 1).

Manométrie anorectale haute résolution vs. manométrie conventionnelle : avantages et limites

Les deux techniques utilisant la haute résolution présentent plusieurs avantages par rapport aux méthodes conventionnelles. Les deux types de sondes ont en commun un nombre plus important de capteurs de pression répartis sur la sonde, avec un intervalle réduit entre chaque capteur, permettant de limiter les pertes de données. Lors de l'examen, la sonde ne nécessitant pas d'être déplacée, les méthodes de haute résolution semblent être mieux tolérées par les patients. De plus, les nouvelles sondes s'affranchissent des problèmes de suintements et d'inconfort liés à la technique des cathéters perfusés [2]. Chaque

Abréviations

MHR	manométrie haute résolution
MHR3D	manométrie haute résolution 3 dimensions
SAE	sphincter anal externe
RAAI	réflexe recto-anal inhibiteur
IRM	imagerie par résonance magnétique

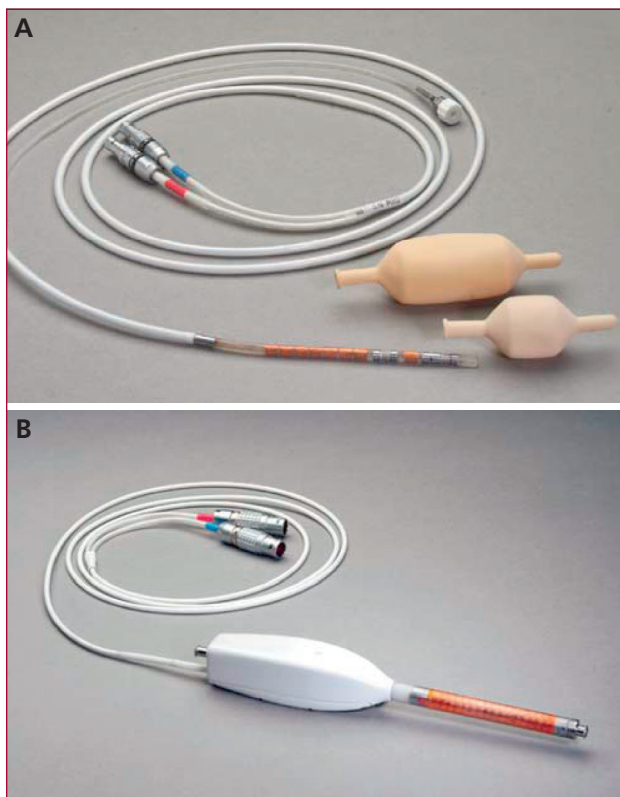


Figure 1. Deux types de sondes de manométrie anorectale haute résolution (Given Imaging®) : A) sonde haute résolution, B) sonde haute résolution trois dimensions.

pression enregistrée est transcrite en temps réel en pixel coloré par le logiciel d'analyse, fournissant au total une représentation topographique d'interprétation plus aisée, et permettant un gain de temps non négligeable. En plus des pressions circonférentielles, ces nouvelles techniques permettent la mesure de pressions radiales. Ainsi, le logiciel est capable de fournir, à chaque instant de l'enregistrement, une reconstruction graphique de l'ensemble des pressions anales en deux ou trois dimensions selon la sonde utilisée (figure 2). Cependant, même si des gaines jetables avec ballon rectal intégré sont utilisées pour chaque patient, le matériel des techniques de haute résolution apparaît plus fragile, nécessitant une maintenance régulière, l'ensemble majorant sensiblement les coûts de l'examen [3].

“ Le logiciel est capable de fournir, pour chaque instant de l'enregistrement, une reconstruction graphique de l'ensemble des pressions anales en deux ou trois dimensions ”

Les études comparant les techniques de manométrie haute résolution aux techniques conventionnelles montrent une bonne corrélation des valeurs de pressions mesurées. Dans

une cohorte de 200 patients bénéficiant successivement d'une MHR3D et d'une manométrie anorectale avec cathéters perfusés, Vitton *et al.* [4] ont décrit une bonne corrélation pour les valeurs de pressions mesurées au repos, lors de la contraction volontaire ainsi que pour la mesure de la longueur du canal anal, même si la MHR3D enregistrait des valeurs de pression globalement plus élevées que la technique conventionnelle. De même, dans une cohorte de 29 patients avec une sonde de MHR utilisée simultanément avec la sonde à cathéters perfusés, Jones *et al.* [5] trouvaient une bonne corrélation entre les valeurs de pression obtenues avec les deux techniques avec toujours des valeurs plus élevées obtenues avec la MHR.

Valeurs normales

De nombreux facteurs, dont l'âge, le sexe ou les antécédents obstétricaux, influencent les valeurs de pressions anorectales. De même, le type de sonde de manométrie utilisé peut entraîner des variations des valeurs de pression enregistrées. La détermination des valeurs normales de ces nouvelles techniques de manométrie anorectale apparaît nécessaire pour une standardisation des pratiques.

Concernant la sonde de MHR, 5 études se sont attachées à mesurer les paramètres habituellement mesurés en manométrie anorectale [6-10]. Les valeurs obtenues dans ces deux études sont présentées dans le *tableau 1*.

“ La détermination des valeurs normales de ces nouvelles techniques de manométrie anorectale apparaît primordiale pour un usage optimal en pratique courante ”

Pour la sonde de MHR3D, un premier travail a mesuré les pressions anorectales chez 28 volontaires sains dont 16 femmes [11]. Un second travail, incluant un plus grand nombre de patients, a permis d'obtenir des valeurs de pression sensiblement différentes, notamment en ce qui concerne les valeurs de pression moyenne lors de la contraction volontaire [2] (*tableau 2*). Les valeurs de pression obtenues lors de la contraction volontaire étaient significativement plus faibles chez les femmes alors qu'il n'y avait pas de différence pour les valeurs de pression de repos entre les femmes et les hommes. De plus, les pressions enregistrées au repos et lors de la contraction volontaire étaient inversement corrélées à l'âge de manière significative.

Étude de la physiologie anorectale

Le protocole d'enregistrement utilisé en MHR et MHR3D est le même que celui utilisé en manométrie conventionnelle [12].

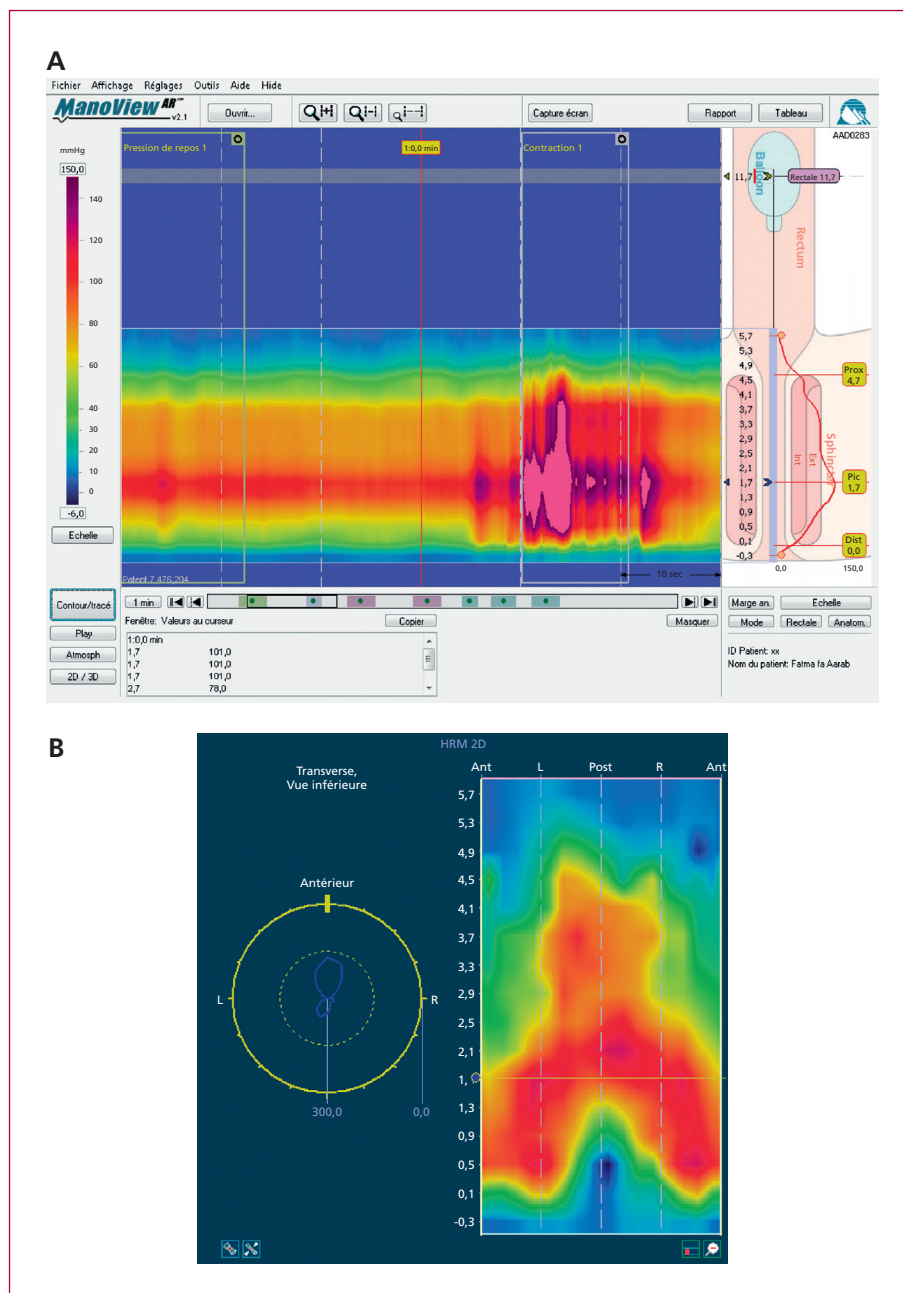


Figure 2. Logiciel ManoView™ (Given Imaging®). A) Fenêtre d'enregistrement des pressions anales : à droite, l'échelle de couleur permettant de convertir les valeurs de pression en pixels colorés ; à gauche, une représentation schématique du canal anal permettant de situer la sonde par rapport à la marge anale et aux sphincters. B) Reconstruction en 2 dimensions de l'ensemble des pressions anales à un instant donné. C) Reconstruction en 3 dimensions de l'ensemble des pressions anales au repos (1) et lors de la contraction volontaire du SAE (2).

Les mesures réalisées comprennent successivement la mesure de la pression au repos puis lors de la contraction volontaire du sphincter anal externe (SAE), la durée maximale de contraction volontaire, l'étude du réflexe recto-anal inhibiteur (RAI), les variations de pression lors

d'un effort de poussée, et la détermination des seuils de sensibilité rectale (figure 3).

Par rapport aux sondes conventionnelles, les sondes de manométrie utilisant la haute résolution permettent l'enregistrement des pressions sur toute la hauteur du

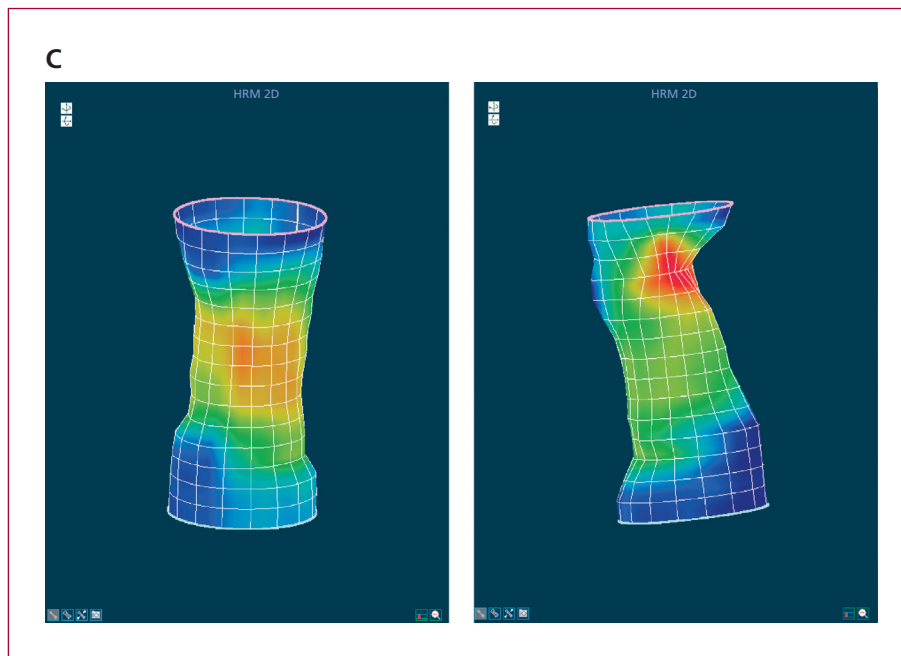


Figure 2. (Suite)

canal anal associé à une mesure de la pression rectale. Ainsi, les mécanismes physiologiques impliqués dans la continence et la défécation peuvent être analysés de manière précise.

Le canal anal est formé de plusieurs structures musculaires, lisses et striées, qui assurent la continence anale. Une étude morphologique a comparé des enregistre-

ments obtenus par MHR3D à des images statiques (échographie endoanale) ou dynamique (imagerie par résonance magnétique – IRM) [13]. Ce travail a ainsi montré que l'asymétrie de pressions enregistrée dans le canal anal était en rapport avec, d'une part, la pression exercée par la contraction tonique du muscle puborectal dans la portion proximale du canal anal, et d'autre part,

Tableau 1. Valeurs moyennes ($\pm$ SD) mesurées chez le volontaire sain par manométrie anorectale haute résolution (MHR).

MHR	Lazarescu et al.		Noelting et al.		Carrington et al.		Sauter et al.	Lee et al.*	
	Hommes	Femmes	Femmes < 50 ans	Femmes > 50 ans	Hommes	Femmes		Hommes	Femmes
Longueur ZHP (cm)	4,4 $\pm$ 1,6	3,5 $\pm$ 1,6	3,6 $\pm$ 0,1	3,5 $\pm$ 0,2	3,9 $\pm$ 0,8	3,5 $\pm$ 0,8	5,5 $\pm$ 0,2	NC	NC
Pression anale de repos (mmHg)	85,7 $\pm$ 37	63,7 $\pm$ 39,6	88 $\pm$ 3	63 $\pm$ 5	73 $\pm$ 23	65 $\pm$ 19	109 $\pm$ 5	46 (39-56)	32 (24-42)
Pression anale absolue maximale lors de la contraction volontaire (mmHg)	296,5 $\pm$ 207,4	177,3 $\pm$ 126,6	167 $\pm$ 6	162 $\pm$ 12	215 $\pm$ 118	173 $\pm$ 71	262 $\pm$ 17	178 (140-212)	75 (61-89)
Nombre de sujets inclus	35		62		115		26	54	

ZHP = zone de haute pression. *Valeurs médianes (min-max)

Tableau 2. Valeurs moyennes (IC 95 %) mesurées chez le volontaire sain par manométrie anorectale haute résolution trois dimensions (MHR3D)

MHR3D	Coss-Adame <i>et al.</i>		Li <i>et al.</i>	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Longueur ZHP (cm)	4,2 (3,9-4,5)	4,1 (3,8-4,5)	3,6 (3,4-3,8)	3,5 (3,3-3,7)
Pression anale de repos moyenne (mmHg)	79 (67-90)	72 (61-83)	69,5 (65,2-73,8)	68,5 (63,6-73,4)
Pression anale lors de la contraction volontaire (mmHg)	199 (154-233)	247 (200-294)	194,8 (180,9-208,6)	167,4 (150,5-184,3)
Durée contraction volontaire (s)	28 (26-31)	30 (27-33)	12,3 (10,8-13,8)	14,7 (13,3-16,3)
Nombre de sujets inclus	28		110	

celle du sphincter anal externe dans la portion distale. Le muscle puborectal cravate la partie haute du canal anal ce qui pourrait également expliquer les pressions de repos plus importantes trouvées dans la partie postérieure et proximale du canal anal. Lors de la contraction

volontaire, le pic de pression enregistré dans la portion postérieure du canal se déplaçait vers le haut ce qui semble correspondre au déplacement de la jonction anorectale sous l'effet de la contraction du muscle releveur de l'anus.

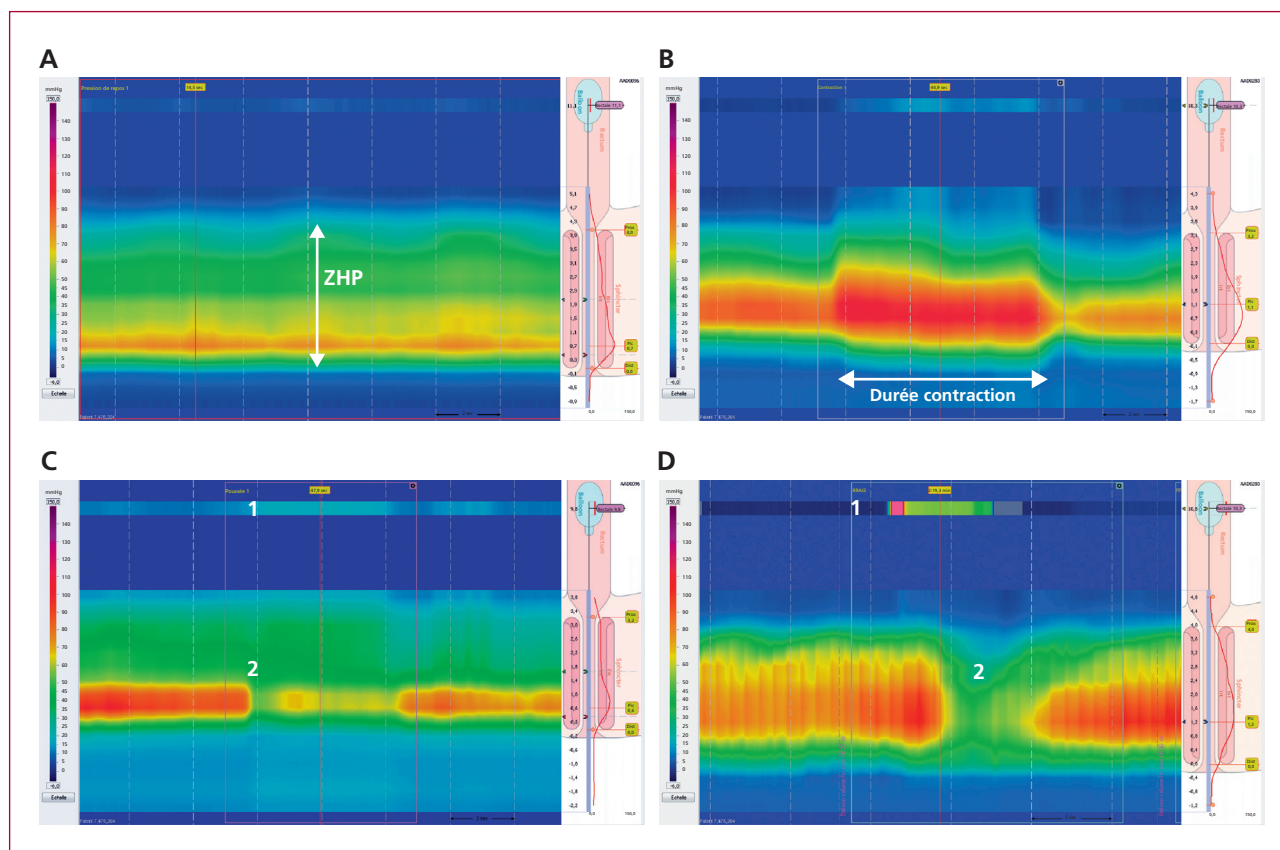


Figure 3. Enregistrements réalisés en MHR. A) Pression de repos. Permet la mesure de la longueur de la zone de haute pression (ZHP) représentant la longueur du canal anal. B) Pression lors de la contraction volontaire du SAE. Permet de déterminer la durée de contraction maximale du SAE. C) Effort de poussée. Entraîne une augmentation de pression intrarectale (1) et une relaxation concomitante du canal anal (2). D) Réflexe recto-anal inhibiteur. L'inflation du ballonnet intrarectal (1) entraîne une relaxation du canal anal (2).

“ **Les mécanismes physiologiques impliqués dans la continence et la défécation peuvent être analysés de manière précise** ”

L'analyse des enregistrements en 3 dimensions a également permis de décrire les caractéristiques physiologiques du réflexe recto-anal inhibiteur (RRAI). Cheeney *et al.* [14] se sont initialement penchés sur la réponse sensori-motrice (RSM), définie comme la contraction transitoire anale rencontrée lors de la phase initiale de relaxation du RRAI [15], qui coïncide avec l'initiation de la sensation de besoin. Lors de cette RSM, l'augmentation de pression maximale enregistrée dans le canal anal était localisée dans la portion proximale de l'anus. Les enregistrements en 3 dimensions permettaient alors de préciser cette localisation, avec une contraction située en postérieur, correspondant au muscle puborectal visualisé

en échographie endoanale. La signification physiologique de cette RSM reste mal comprise, mais le RRAI semble essentiel dans le maintien de la continence [16]. Dans un second travail, les auteurs ont pu préciser ses caractéristiques physiologiques [17]. Grâce à la sonde de MHR3D, le RRAI a été analysé chez 10 volontaires sains, millimètre par millimètre, sur l'ensemble du canal anal, avec l'enregistrement des pressions anales au repos et lors de la relaxation. Ainsi, le rôle de chaque structure a pu être déterminé. Au repos, les pressions maximales étaient enregistrées dans les portions médiane et supérieure du canal anal, correspondant au sphincter anal interne et au muscle puborectal. Lors de la relaxation, le pic de pression anale résiduelle se déplaçait vers la marge anale, en regard du sphincter anal externe. L'intensité de la relaxation augmentait avec le volume du ballon intrarectal utilisé pour initier le réflexe, jusqu'à atteindre un plateau maximal de relaxation.

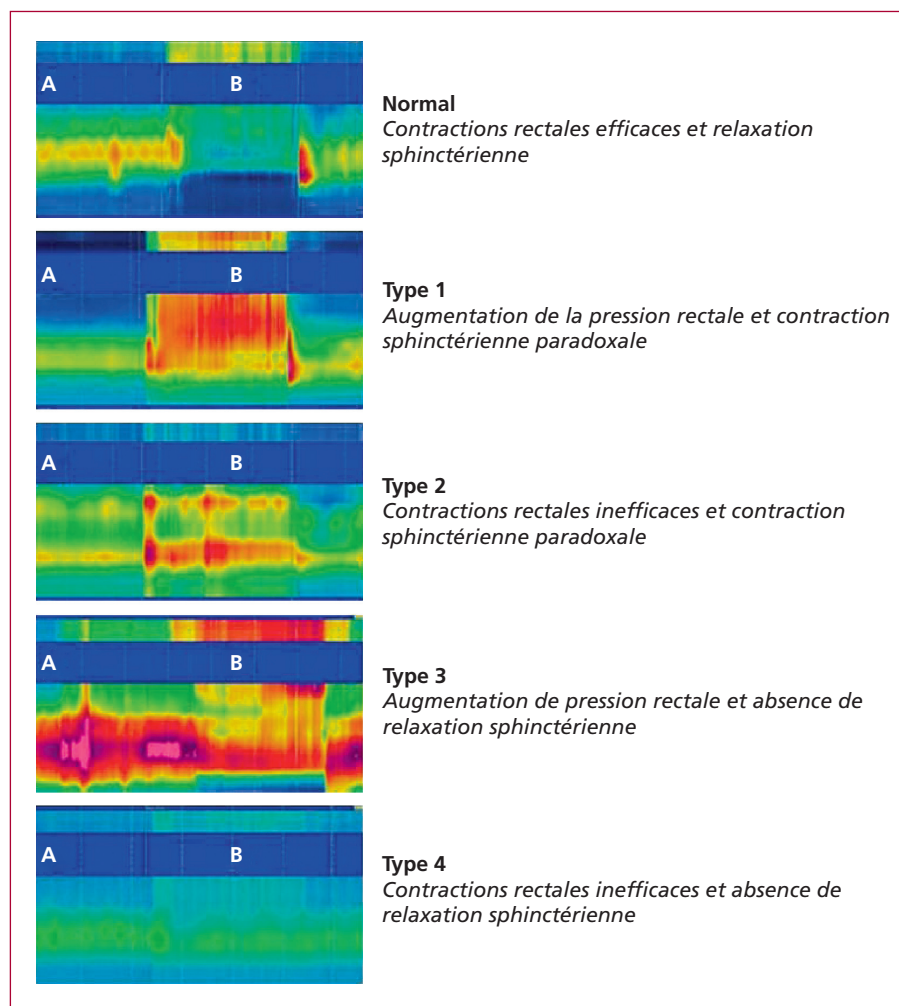


Figure 4. Quatre types de troubles de la défécation selon Rao *et al.* [18] visualisées en MHR3D. A) Repos ; B) Effort de poussée.

Classification des troubles de la défécation

La compréhension des mécanismes physiopathologiques impliqués dans les troubles de la défécation est primordiale pour une prise en charge diagnostique et thérapeutique optimales. À partir des données issues d'une manométrie conventionnelle et d'un test d'expulsion du ballon rectal, Rao *et al.* [18] ont montré quatre types différents de troubles de l'évacuation : l'association de contractions rectales associées à une contraction sphinctérienne para-

doxale (type 1), l'association de contractions rectales inefficaces et d'une contraction sphinctérienne paradoxale (type 2), l'association d'une augmentation de pression rectale sans relaxation sphinctérienne (type 3), et l'association de contractions rectales inefficaces sans relaxation sphinctérienne (type 4) (*figure 4*).

La manométrie anorectale haute résolution fournit des données précises concernant la physiologie anorectale [13, 14, 17]. Ratuapli *et al.* [19] ont tenté d'évaluer l'utilité de cette technique dans le diagnostic et la classification des

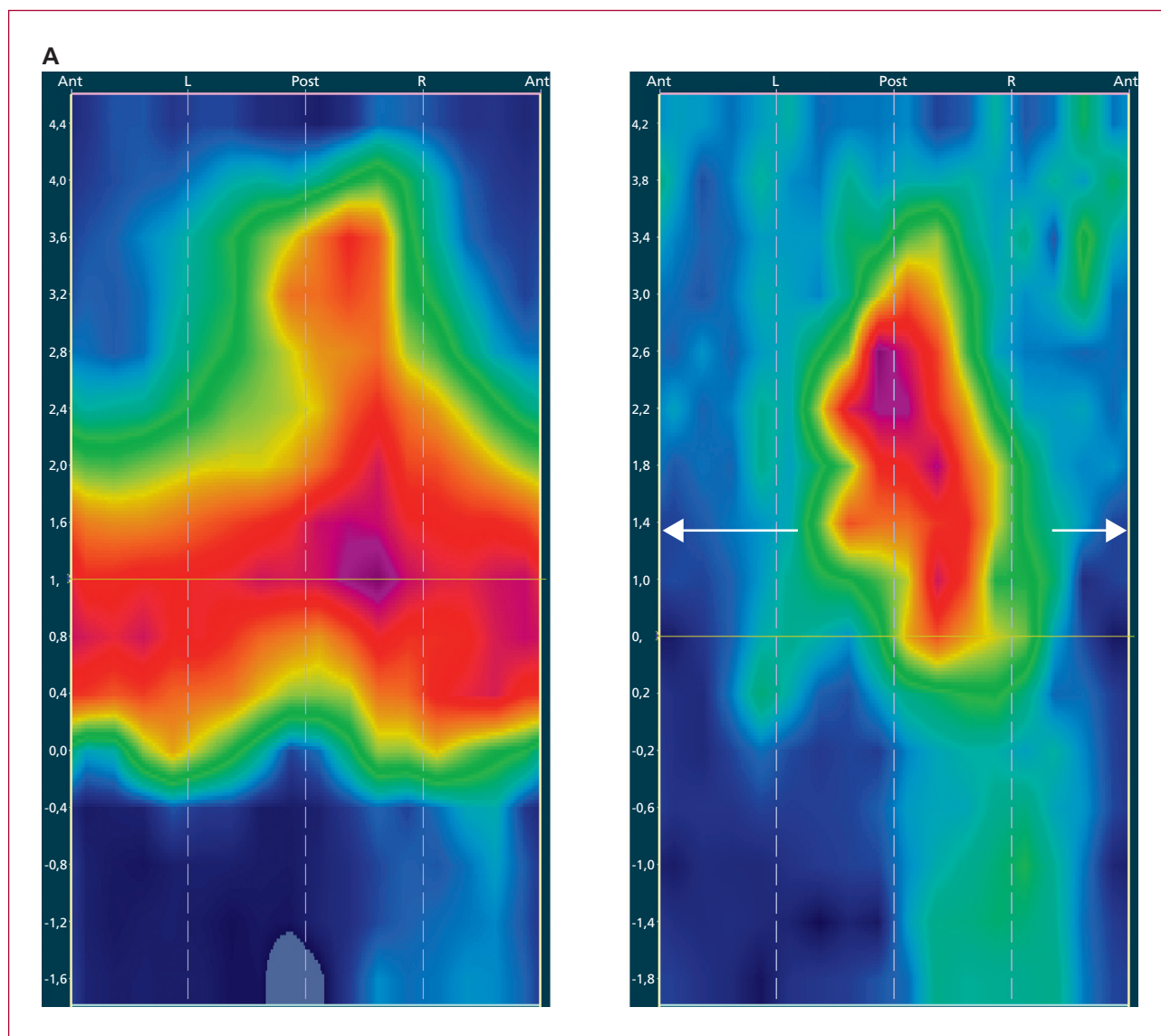


Figure 5. Applications potentielles des données topographiques issues de la sonde de MHR3D. A) Rupture sphinctérienne : aire circonférentielle continue dans laquelle la pression est inférieure à un seuil donné (délimitée par les flèches). L'image (B), en comparaison, correspond à un enregistrement de pression normal. B) Descente périnéale : mouvement vers le bas de la ZHP lors de l'effort de poussée (2) et retour en position initiale au repos (1 et 3). C) Procidence rectale interne : apparition d'une zone de haute pression supplémentaire (1) juste au-dessus du canal anal (2) lors de l'effort de poussée.

troubles de la défécation chez 295 patients présentant une constipation fonctionnelle vs. 62 femmes volontaires saines. Quatre phénotypes pathologiques ont été décrits, caractérisés par : la présence de pressions anales élevées au repos et lors de l'évacuation (phénotype 1), l'existence de contractions rectales insuffisantes (phénotype 2), l'association de contractions rectales insuffisantes sans relaxation sphinctérienne (phénotype 3), et une zone de haute pression anale trop courte (phénotype 4). Les trois premiers phénotypes sont sensiblement superposables aux type 1, type 2 et type 4 précédemment décrits par Rao *et al.* alors que le type 3 n'est pas représenté dans cette nouvelle classification. L'utilité de cette nouvelle classification sur la prise en charge thérapeutique reste à évaluer.

En pratique courante, les différents types d'asynergie abdomino-périnéale de la classification de Rao *et al.*, applicable à la MHR, permettent de distinguer et donc de sélectionner les patients pouvant bénéficier d'une

rééducation périnéale par *biofeedback*, et d'en fixer les objectifs thérapeutiques.

“ Les différents types d'asynergie abdomino-périnéale de la classification de Rao *et al.*, applicable à la manométrie anorectale haute résolution, permettent de distinguer et donc de sélectionner les patients pouvant bénéficier d'une rééducation périnéale par *biofeedback* ”

Évaluation morphologique de la région anorectale

Recherche d'une rupture sphinctérienne

L'analyse de la région anorectale nécessite une exploration fonctionnelle mais également une exploration

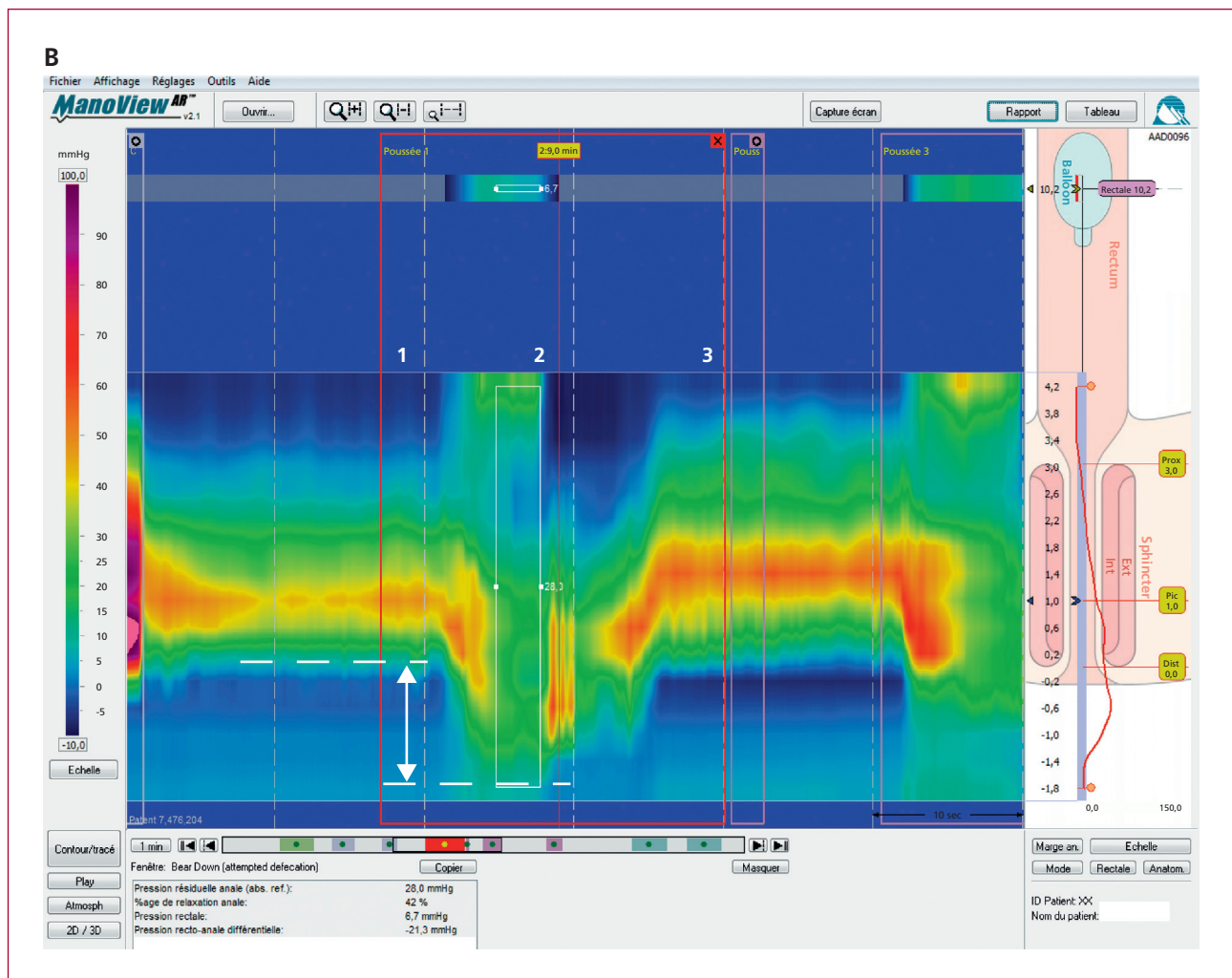


Figure 5. (Suite)

morphologique, avec notamment la recherche de rupture sphinctérienne qui influence la prise en charge thérapeutique. Dans cette indication, l'examen de référence est l'échographie endo-anale [20-22]. En plus des données manométriques, la MHR3D fournit une analyse topographique des pressions permettant d'effectuer une reconstruction fonctionnelle du canal anal reflétant vraisemblablement l'anatomie de ce dernier. Ainsi, Vitton *et al.* [23] ont testé l'hypothèse que ces données topographiques pouvaient permettre de diagnostiquer les ruptures sphinctériennes anales. L'analyse des enregistrements était réalisée manuellement, en considérant qu'une aire circonférentielle continue dans laquelle la pression était inférieure à un seuil de 10 mmHg, au repos pour le sphincter anal interne, et lors de la contraction

volontaire pour le sphincter anal externe, correspondait à une rupture sphinctérienne (*figure 5A*). La concordance entre l'EEA et la MHR3D pour le diagnostic positif de rupture sphinctérienne était encourageante, avec une excellente reproductibilité inter-observateur. Lee *et al.* [24] ont, pour un cas clinique, montré que la MHR3D permet de diagnostiquer une rupture sphinctérienne anale.

“ En plus des données manométriques, la manométrie anorectale haute résolution 3 dimensions fournit une analyse topographique des pressions permettant d'effectuer une reconstruction fonctionnelle du canal anal reflétant vraisemblablement l'anatomie de ce dernier ”

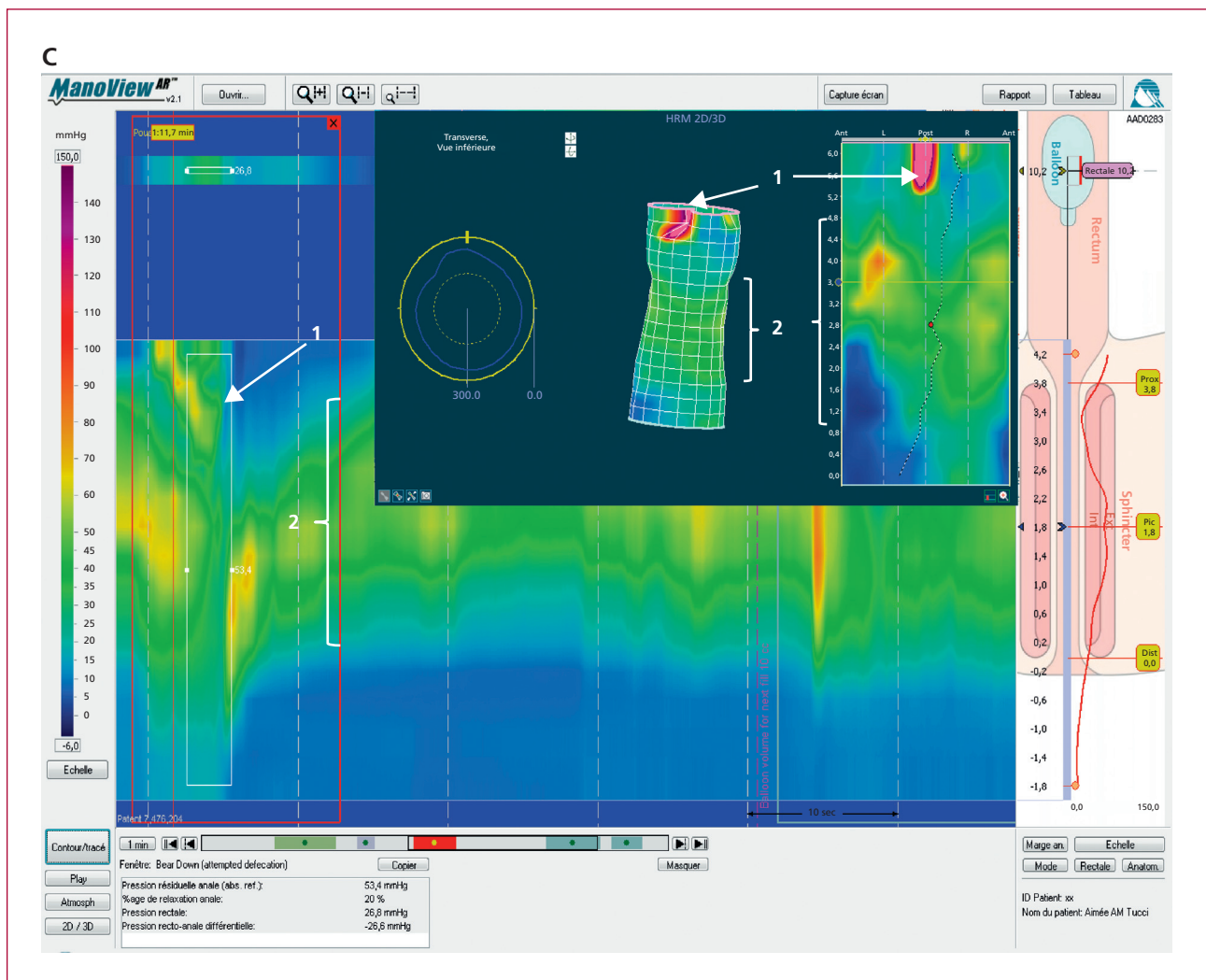


Figure 5. (Suite)

Take home messages

- Les techniques de manométrie anorectale haute résolution permettent une analyse topographique de la région anorectale.
- Elles permettent une étude plus précise des mécanismes physiologiques impliqués dans la fonction anorectale.
- Les données morphologiques obtenues en manométrie anorectale haute résolution 3 dimensions semblent permettre le diagnostic de ruptures sphinctériennes et de troubles de la statique pelvienne.
- Ces techniques reproductibles permettront à l'avenir une standardisation des pratiques, les valeurs normales étant en cours de validation.

Recherche de troubles de la statique pelvienne

La rigidité de la sonde de MHR3D, permettant une stabilité de la position d'enregistrement lors de l'examen, pourrait également diagnostiquer les troubles de la statique périnéale. Benezech *et al.* [25] ont comparé les données topographiques issues de la MHR3D à celles d'une défécographie conventionnelle chez 19 patientes présentant une descente périnéale excessive lors des efforts de poussée. Les descentes périnéales diagnostiquées à la défécographie étaient également visualisées à la MHR3D (figure 5B).

De même, la MHR3D pourrait visualiser les procidences rectales internes (données non publiées). En effet, lors de l'effort de poussée, à la descente périnéale était associée l'apparition d'une zone de haute pression sur la face postérieure du rectum, juste au-dessus du canal anal chez les patients qui présentaient à la défécographie une procidence rectale interne. Cette zone de haute pression était initialement localisée au bord supérieur et postérieur de la sonde de MHR3D, puis se déplaçait vers le bas, pour ensuite revenir à sa position initiale et disparaître à la fin de l'effort de poussée (figure 5C).

L'ensemble de ces données confirment la correspondance entre les données fonctionnelles et les données morphologiques obtenues par la MHR3D.

Conclusion

Les techniques de manométrie anorectale haute résolution constituent une avancée majeure dans l'exploration des

fonctions anorectales. Elles permettent, grâce à la sonde présentant de nombreux capteurs, une analyse continue et dynamique des changements de pression dans l'ensemble du canal anal. La représentation graphique des enregistrements en facilite grandement l'interprétation, palliant ainsi le manque de reproductibilité des méthodes de manométrie conventionnelle. De plus, les données topographiques favorisent une approche anatomo-fonctionnelle de la région anorectale. D'autres travaux sont cependant nécessaires afin de valider les valeurs normales des paramètres mesurés, et de préciser leur place dans le diagnostic et la prise en charge des pathologies anorectales.

Liens d'intérêts : AB déclare n'avoir aucun lien d'intérêt en rapport avec l'article. VV et MB ont participé en tant qu'experts à des réunions de formation organisées par Given Imaging (Yoqueam, Israël).

Références

Les références importantes apparaissent en gras.

1. Diamant NE, Kamm MA, Wald A, *et al.* AGA technical review on anorectal testing techniques. *Gastroenterology* 1999 ; 116 : 735-60.
2. Li Y, Yang X, Xu C, *et al.* Normal values and pressure morphology for three-dimensional high-resolution anorectal manometry of asymptomatic adults: a study in 110 subjects. *Int J Colorectal Dis* 2013 ; 28 : 1161-8.
3. Lee YY, Erdogan A, Rao SS. High resolution and high definition anorectal manometry and pressure topography: diagnostic advance or a new kid on the block? *Curr Gastroenterol Rep* 2013 ; 15 : 360.
4. Vitton V, Ben Hadj Amor W, *et al.* Water-perfused manometry vs three-dimensional high-resolution manometry: a comparative study on a large patient population with anorectal disorders. *Colorectal Dis* 2013 ; 15 : e726-31.
5. Jones MP, Post J, Crowell MD. High-resolution manometry in the evaluation of anorectal disorders: a simultaneous comparison with water-perfused manometry. *Am J Gastroenterol* 2007 ; 102 : 850-5.
6. Noeltling J, Ratuapli SK, Bharucha AE, *et al.* Normal values for high-resolution anorectal manometry in healthy women : effects of age and significance of rectoanal gradient. *Am J Gastroenterol* 2012 ; 107 : 1530-6.
7. Carrington EV, Brokjaer A, Craven H, *et al.* Traditional measures of normal anal sphincter function using high-resolution anorectal manometry (HRAM) in 115 healthy volunteers. *Neurogastroenterol Motil* 2014 ; 26 : 625-35.
8. Sauter M, Heinrich H, Fox M, *et al.* Toward more accurate measurements of anorectal motor and sensory function in routine clinical practice: validation of high-resolution anorectal manometry and Rapid Barostat Bag measurements of rectal function. *Neurogastroenterol Motil* 2014 ; 26 : 685-95.
9. Lee HJ, Jung KW, Han S, *et al.* Normal values for high-resolution anorectal manometry/topography in a healthy Korean population and the effects of gender and body mass index. *Neurogastroenterol Motil* 2014 ; 26 : 529-37.
10. Lazarescu ASD. High resolution anorectal manometry: Establishment of normal values in healthy volunteers. *Gastroenterology* 2011 ; 140 (Suppl. 1) : S-796.
11. Coss-Adame ENM, Valestin J, Meduri K, *et al.* Tu2028 Evaluation of anorectal function in healthy adults with 3-D high definition manometry (Hdar-3D). *Gastroenterology* 2012 ; 142 (Suppl. 1) : S905-6.
12. Rao SS, Azpiroz F, Diamant N, *et al.* Minimum standards of anorectal manometry. *Neurogastroenterol Motil* 2002 ; 14 : 553-9.

- 13.** Raizada V, Bhargava V, Karsten A, et al. Functional morphology of anal sphincter complex unveiled by high definition anal manometry and three dimensional ultrasound imaging. *Neurogastroenterol Motil* 2011 ; 23 : 1013-9, e460.
- 14.** Cheeney G, Remes-Troche JM, Attaluri A, et al. Investigation of anal motor characteristics of the sensorimotor response (SMR) using 3-D anorectal pressure topography. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2011 ; 300 : G236-40.
- 15.** De Ocampo S, Remes-Troche JM, Miller MJ, et al. Rectoanal sensorimotor response in humans during rectal distension. *Dis Colon Rectum* 2007 ; 50 : 1639-46.
- 16.** Sangwan YP, Solla JA. Internal anal sphincter: advances and insights. *Dis Colon Rectum* 1998 ; 41 : 1297-311.
- 17.** Cheeney G, Nguyen M, Valestin J, et al. Topographic and manometric characterization of the recto-anal inhibitory reflex. *Neurogastroenterol Motil* 2012 ; 24 : e147-54.
- 18.** Rao SS, Mudipalli RS, Stessman M, et al. Investigation of the utility of colorectal function tests and Rome II criteria in dyssynergic defecation (Anismus). *Neurogastroenterol Motil* 2004 ; 16 : 589-96.
- 19.** Ratnapli SK, Bharucha AE, Noetting J, et al. Phenotypic identification and classification of functional defecatory disorders using high-resolution anorectal manometry. *Gastroenterology* 2013 ; 144 : 314-22 e2.
- 20.** Barthet M, Bellon P, Abou E, et al. Anal endosonography for assessment of anal incontinence with a linear probe: relationships with clinical and manometric features. *Int J Colorectal Dis* 2002 ; 17 : 123-8.
- 21.** Bartram CI, Sultan AH. Anal endosonography in faecal incontinence. *Gut* 1995 ; 37 : 4-6.
- 22.** Abdool Z, Sultan AH, Thakar R. Ultrasound imaging of the anal sphincter complex: a review. *Br J Radiol* 2012 ; 85 : 865-75.
- 23.** Vitton V, Ben Hadj Amor W, Baumstarck K, et al. Comparison of 3-D high-resolution manometry and endoanal endosound in the diagnosis of anal sphincter defects. *Colorectal Dis* 2013 ; 15 : e607-11.
- 24.** Lee TH, Lee JS. High-resolution anorectal manometry and anal endosonographic findings in the evaluation of fecal incontinence. *J Neurogastroenterol Motil* 2012 ; 18 : 450-1.
- 25.** Benezech A, Bouvier M, Grimaud JC, et al. 3D high-resolution anorectal manometry and diagnosis of excessive perineal descent: a comparative pilot study with defecography. *Colorectal Dis* 2013 ; 16 : O170-5.