

Entéroscopie : fera-t-elle le trajet complet ?

Jan BUREŠ, Marcela KOPACOVA, Ilja TACHECI, Stanislas REJCHRT
Clinical Centre, 2nd Department of Medicine, Charles University Teaching Hospital,
Hradec Králové (Czech Republic)

Enteroscopy : will it achieve the complete journey ?

RÉSUMÉ

Ce n'est que depuis ces 10 à 15 dernières années que l'endoscopie de l'intestin grêle et d'autres nouvelles techniques d'imagerie ont été intégrées à la pratique clinique en routine. De nos jours, de nombreuses méthodes d'endoscopie sont disponibles. Dans cette revue, nous préconisons l'entéroscopie poussée (comme investigation de premier choix) et essayons de montrer que cette technique, l'endoscopie par capsule sans fil et l'entéroscopie per-opératoire ne sont pas en compétition mais constituent plutôt des techniques complémentaires.

SUMMARY

Only during the last ten to fifteen years have small bowel endoscopy and other novel imaging modalities been integrated into daily routine clinical practice. Nowadays, several endoscopic methods are available. In this review article, we advocate push-enteroscopy (as a first-line tool) and try to show that push-enteroscopy, wireless capsule endoscopy and intra-operative enteroscopy are not competitive but complementary methods.

Masahiro Tada écrivait dans sa préface du numéro spécial d'*Enteroscopy* [1] : « L'intestin grêle, de par sa distance à la fois de la bouche et de l'anus, est difficile à examiner par endoscopie ». L'intestin grêle a toujours été le "continent obscur" du tractus digestif. En fait, on a pensé à tort pendant des décades que toutes les pathologies diffuses du grêle pouvaient être diagnostiquées par biopsie-aspiration à l'aveugle et que toutes les pathologies focales pouvaient être détectées par entéroclyse. Ce n'est que depuis 10 à 15 ans que l'endoscopie de l'intestin grêle et d'autres nouvelles techniques d'imagerie ont été intégrées à la pratique clinique de routine [2]. De nos jours, de nombreuses méthodes d'endoscopie sont disponibles. Dans cette revue, nous préconisons l'entéroscopie poussée (comme investigation de premier choix) et essayons de montrer que cette technique, l'endoscopie par capsule sans fil et l'entéroscopie per-opératoire ne sont pas à mettre en compétition mais doivent plutôt être considérées comme des techniques complémentaires.

L'entéroscopie par sonde [3] a quitté le devant de la scène pour rejoindre les techniques du passé. La plupart des centres l'ont déjà abandonnée. En revanche, l'entéroscopie à double ballon deviendra bientôt la méthode utilisée [4-7]. Récemment, l'expé-

rience européenne initiale de 4 centres a été publiée [8]. La rentabilité diagnostique rapportée était de 81 % (chez 50 des 62 patients), l'intégralité de l'intestin grêle a été examinée par voie orale dans 20 % des cas, la profondeur moyenne d'insertion était de 254 ± 174 cm au-delà du pylore (durée moyenne de l'examen : 70 ± 30 min) et 180 ± 150 cm du caecum par voie anale (durée moyenne 90 ± 35 min) [8].

Il n'y a pas de consensus défini concernant l'algorithme des investigations du grêle. La séquence des méthodes endoscopiques particulières peut être influencée par leur coût (remboursement) et/ou leur accessibilité. Dans notre unité, nous commençons par une entéroscopie poussée en cas de pathologie suspecte accessible à l'entéroscope ou si le site de la pathologie du grêle est inconnu. Nous poursuivons par une endoscopie par capsule en cas de résultat négatif de l'entéroscopie poussée. Enfin, l'entéroscopie per-opératoire est pratiquée pour traiter une pathologie identifiée ou en cas d'échec de l'entéroscopie poussée et de l'endoscopie par capsule. Indubitablement, la capsule constitue un réel progrès en matière d'imagerie du grêle; cette technique est devenue très populaire en raison de son caractère non invasif et de sa haute rentabilité diagnostique [9-13]. La plupart des études concluent à une supériorité

Communication présentée lors de la 12^e Semaine de Gastroentérologie à Prague (25-29 septembre 2004)
Presented in part at the 12th United European Gastroenterology Week, September 25-29, 2004, Prague, Czech Republic.

Tirés à part : P^r Jan BUREŠ, MD, PhD, Clinical Centre, 2nd Department of Medicine, Charles University Teaching Hospital, Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové (Czech Republic).

Mots-clés : capsule endoscopique, entéroscopie à double ballon, entéroscopie poussée, entéroscopie per-opératoire, intestin grêle.
Key-words : endoscopic capsule, enteroscopy, double-balloon enteroscopy, push-enteroscopy, small bowel.

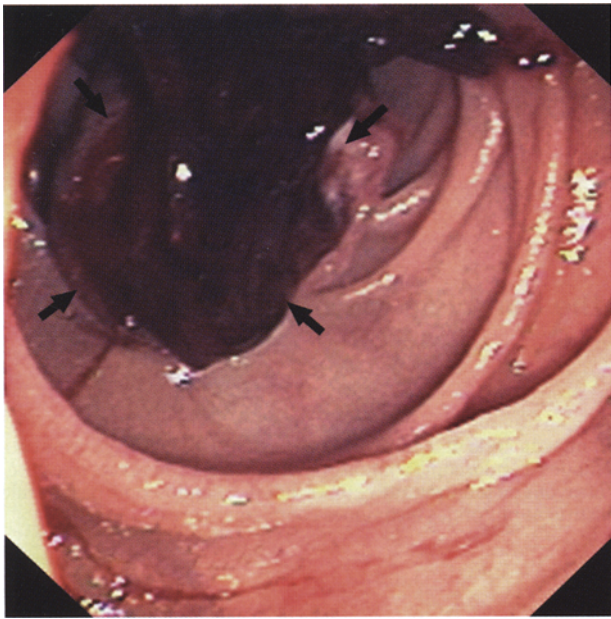


Figure 1

Métastase jéjunale d'un séminome vu par entéroscopie poussée. La tumeur (flèche) fait environ 3 cm de diamètre et est partiellement recouverte d'un caillot de sang adhérent. D'après Tacheci *et al.* [30].
Jejunal metastasis of seminoma at push-enteroscopy. Tumour (arrows) is about 3 cm in diameter and partially covered with adherent clot of blood. Adapted from Tacheci *et al.* [30].

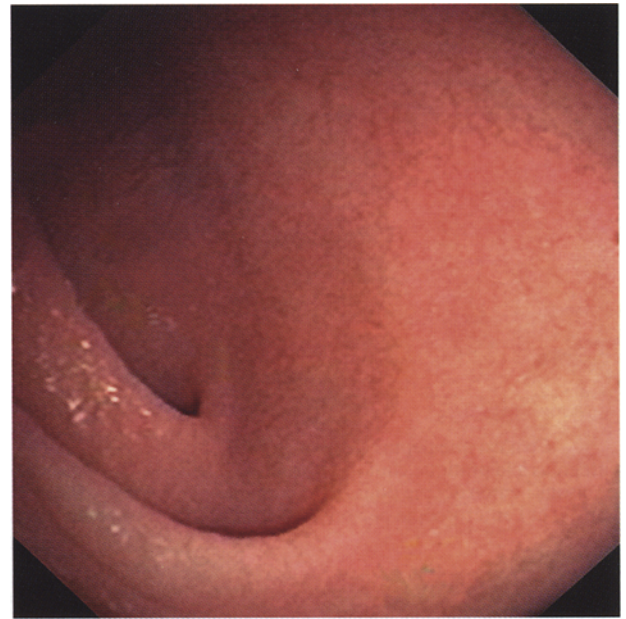


Figure 3

Chromoentéroscopie. Aspect anormal non spécifique du jéjunum à l'entéroscopie chez un patient investigué pour malabsorption. D'après Bures *et al.* [ref. 2].
Chromoenteroscopy. Abnormal non-specific native enteroscopy appearance of jejunum in a patient investigated because of malabsorption. Adapted from Bures *et al.* [2].



Figure 2

Métastase jéjunale d'un séminome vu par capsule endoscopique. La même tumeur que sur la figure 1. Tumeur polypoïde du jéjunum proximal avec ulcération centrale (flèche) saignant spontanément. D'après Tacheci *et al.* [30].
Jejunal metastasis of seminoma at capsule endoscopy. The same tumour (as seen in Fig. 1). Polypoid tumour of proximal jejunum with a central ulceration (arrow) is bleeding spontaneously. Adapted from Tacheci *et al.* [30].

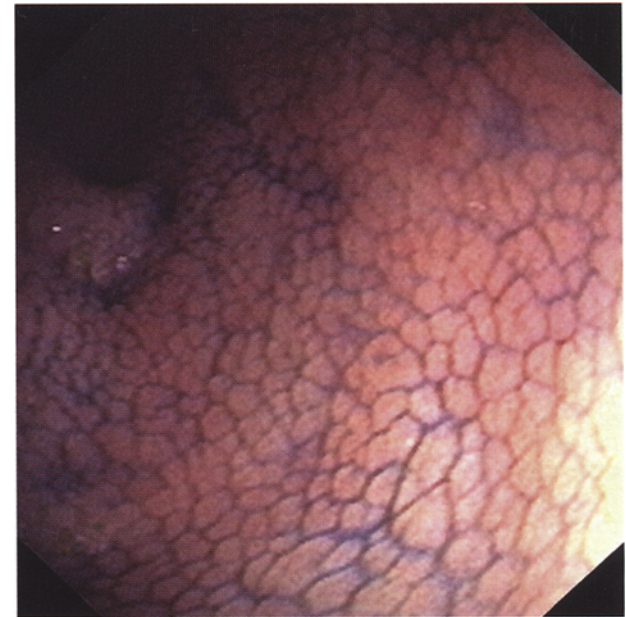


Figure 4

Chromoentéroscopie. L'indigo carmin diffusé sur le jéjunum a révélé une structure en mosaïque typique de la maladie caéliaque. Le même patient que sur la Fig. 3. D'après Bures *et al.* [2].
Chromoenteroscopy. Indigo carmine sprayed into the jejunum has revealed characteristic mosaic pattern of coeliac disease. The same patient as seen in Fig. 3. Adapted from Bures *et al.* [2].

de la capsule par rapport à l'entéroscopie poussée [14-21]. Cependant, ces études comparent des taux de succès diagnostiques globaux mais il faut tenir compte de l'atteinte nécessairement plus courte de l'entéroscopie poussée et de celle résolument plus

longue de la capsule. Dans la limite de son accessibilité, l'entéroscopie poussée s'est révélée supérieure à la capsule, du moins dans un cadre purement expérimental (94 % vs 53 % de sensibilité pour diagnostiquer des perles de couleur cousues dans 9 intestins

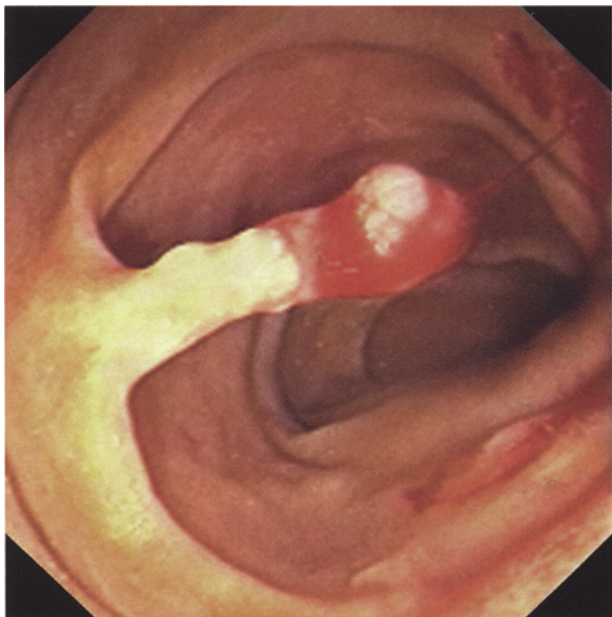


Figure 5

Adénome tubulaire du jéjunum. Le polype a été retiré par polypectomie endoscopique. D'après Bures *et al.* [2].

Tubular adenoma of the jejunum. The polyp was removed by endoscopic polypectomy. Adapted from Bures *et al.* [2].

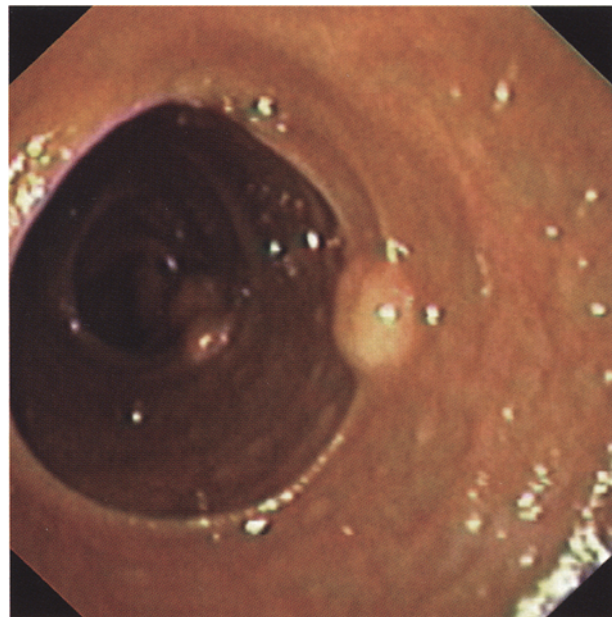


Figure 7

Entéroscopie per-opératoire. De nombreuses tumeurs sous-muqueuses en forme de ballon dans l'iléum chez un patient investigué pour saignement occulte manifeste.

Intra-operative enteroscopy. Multiple submucosal ball-shaped tumours of the ileum in a patient investigated because of occult overt bleeding.

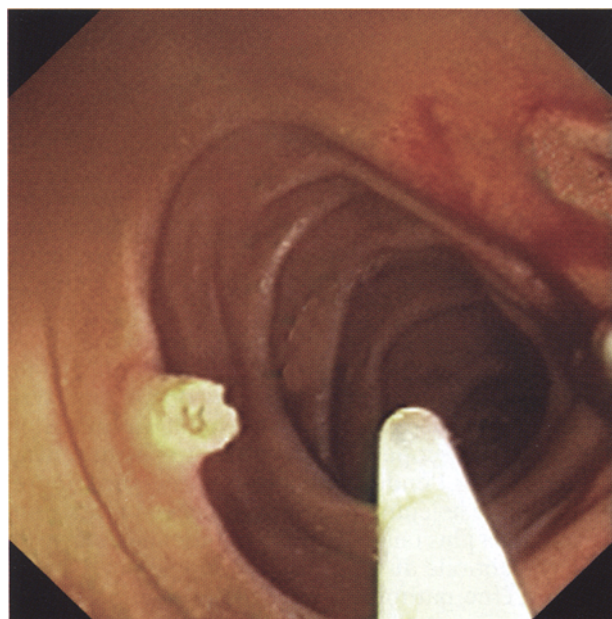


Figure 6

Adénome tubulaire du jéjunum. La base du polype réséqué immédiatement après la polypectomie. Le même patient que sur la Fig. 5. D'après Bures *et al.* [2].

Tubular adenoma of the jejunum. The base of the removed polyp immediately after the polypectomy. The same patient as seen in Fig. 5. Adapted from Bures *et al.* [2].

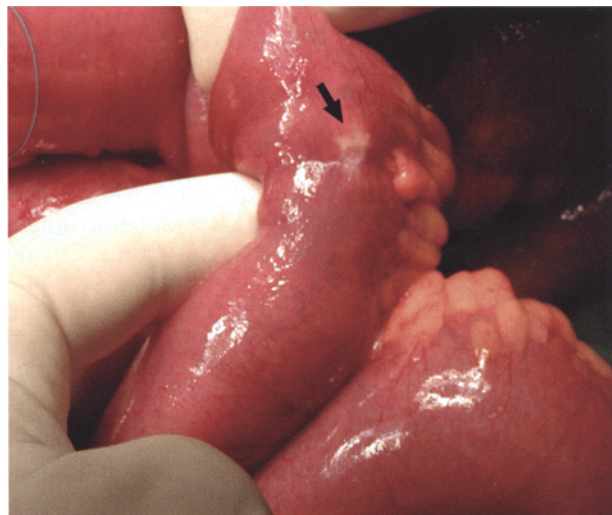


Figure 8

Entéroscopie per-opératoire. Surface légèrement déprimée et blanchâtre d'une tumeur en forme de ballon de l'iléum. L'histologie a révélé une tumeur carcinoïde de l'iléum. Le même patient que sur la Fig. 7.

Intra-operative enteroscopy. Whitish slightly depressed outer surface of a ball-shaped tumour of the ileum. Subsequent histology revealed carcinoid of the ileum. The same patient as seen in Fig. 7.

canins) [22]. En pratique clinique, en ayant recours à une approche méthodologique correcte pour déterminer la rentabilité diagnostique de l'endoscopie par capsule, elle devrait être comparée à l'entéroscopie per-opératoire. A notre connaissance, un seul projet

a été publié dans ce sens jusqu'à présent [23]. Une étude multicentrique prospective contrôlée a été menée par une équipe allemande, comparant l'endoscopie par capsule et l'entéroscopie per-opératoire chez 21 patients avec saignement obscur. Les

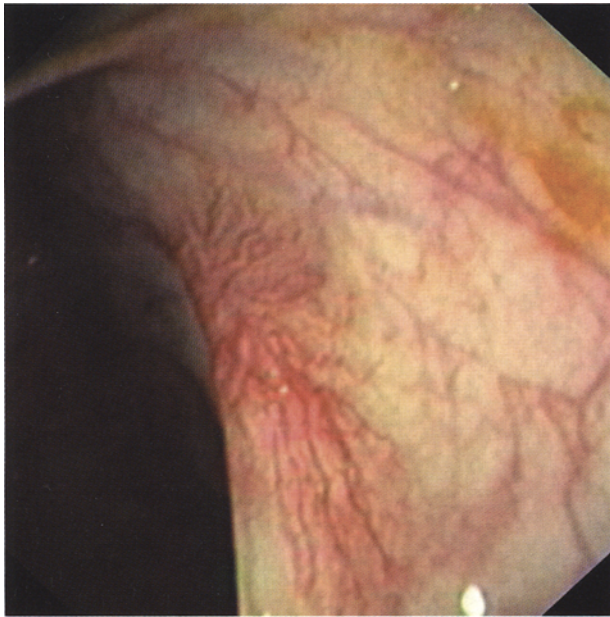


Figure 9

Un puzzle résolu par entéroscopie per-opératoire. Une angiodyplasia sur le côté opposé du pli caecal n'a pas été détectée par les coloscopies précédentes répétées. Cette angiodyplasia a été objectivée par entéroscopie per-opératoire chez un patient avec saignement obscur manifeste.

A puzzle solved by intra-operative enteroscopy. Angiodysplasia at reverse side of the caecal fold was missed in previous repeated colonoscopies. This angiodysplasia was found by intra-operative enteroscopy in a patient with obscure overt bleeding.

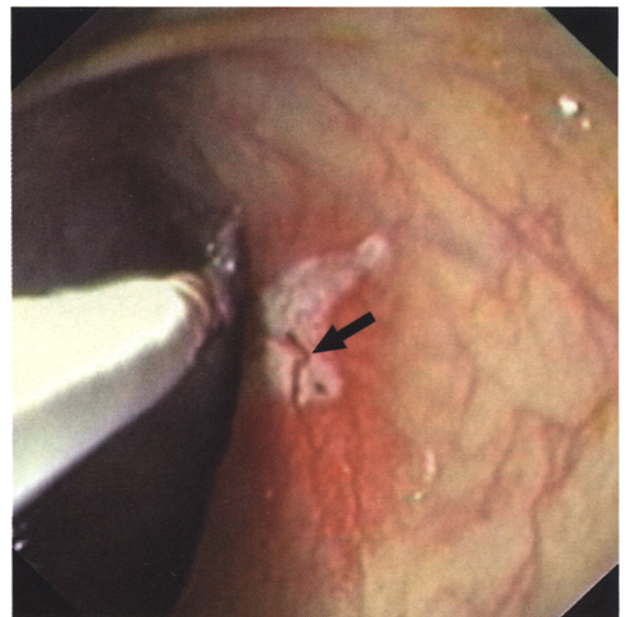


Figure 10

Un puzzle résolu par entéroscopie per-opératoire. L'angiodyplasia a été traitée par électrocoagulation bipolaire. Le saignement initial au début de la coagulation est un signe typique (flèche). La même angiodyplasia que dans la Fig. 9.

A puzzle solved by intra-operative enteroscopy. Angiodysplasia was treated by bipolar electrocoagulation. Initial bleeding at the beginning of coagulation is a very typical sign (arrow). The same angiodysplasia as seen in Fig. 9.

2 méthodes étaient positives chez 18 des 21 patients (86 %) et chez 2 patients, la capsule a sous estimé l'étendue des lésions angiodyplasiques [23].

Au cours de l'endoscopie par capsule, cette dernière peut se déplacer très rapidement dans le grêle, à une vitesse de 15 cm par seconde selon notre expérience. Les images étant habituellement transmises au rythme de deux par seconde, il existe un risque de passer à côté d'une pathologie significative avec une telle rapidité de progression. En fait, l'entéroscopie poussée a permis de diagnostiquer des néoplasmes du grêle ou d'autres pathologies que l'endoscopie par capsule n'avait pas objectivés [24-29].

Outre son caractère non invasif, le principal avantage de la capsule est sa capacité d'examiner la totalité de l'intestin grêle (dans 2/3 à 3/4 de tous les cas). Ses limites majeures sont la durée de vie des batteries, le manque de possibilité de rincer la lentille et l'impossibilité de prendre des biopsies ou de réaliser des procédures thérapeutiques. L'entéroscopie poussée fournit des images de meilleure qualité (Fig. 1 et 2) et permet de réaliser des biopsies, une chromoendoscopie (Fig. 3 et 4) et des procédures thérapeutiques (contrôle du saignement, polypectomie etc.), (Fig. 5 et 6). L'inconvénient majeur de l'entéroscopie poussée est son accès limité uniquement au jéjunum proximal.

L'entéroscopie per-opératoire est reconnue comme procédure ultime diagnostique et/ou théra-

peutique pour l'évaluation complète du grêle [31, 32]. Elle peut être pratiquée lors d'une laparotomie standard (ce que nous préférons dans notre unité) ou être réalisée sous laparoscopie. L'endoscopiste est un membre de l'équipe chirurgicale et une coopération étroite entre le chirurgien et l'endoscopiste est impérative. Lors de l'entéroscopie per-opératoire, une protection stérile de polyéthylène recouvre l'endoscope stérile pour éviter la contamination du champ opératoire lors du retrait de l'endoscope. L'entérotomie est pratiquée approximativement au milieu du grêle. L'endoscope est inséré par le chirurgien et manipulé par l'endoscopiste. La partie supérieure, par exemple le jéjunum, est examinée en premier (en raison de sa plus faible densité bactérienne), suivie de la partie aborale du grêle comme le jéjunum distal et l'iléum. Une pathologie éventuelle peut alors être traitée préférentiellement soit par endoscopie ou chirurgicalement (Fig. 7 et 8). L'entéroscopie per-opératoire a été évaluée dans les épisodes de saignement obscur occulte et manifeste [33-42], les syndromes de polypose familiale [43-45], les lésions du grêle induites par les AINS [46, 47] et la maladie de Crohn [48]. De plus, l'entéroscopie permet de résoudre quelques situations compliquées (Fig. 9 et 10).

En dépit de tous les progrès techniques, certains points restent à résoudre. Tout d'abord, il n'existe pas de consensus pour un algorithme optimal. Il est probable que différents algorithmes seront utilisés pour le saignement obscur occulte et pour le saignement

manifeste, la maladie inflammatoire intestinale, la surveillance des polyposes familiales et d'autres pathologies de l'intestin grêle. Pour répondre à la question "quelle investigation pratiquer en premier ?" il faut considérer entre autres, l'impact sur le patient et sur les résultats, le rapport coût/efficacité et enfin et surtout la disponibilité des instruments donnés dans un centre donné. Espérons que dans un futur proche, de nouveaux progrès techniques seront réalisés à la fois pour la capsule endoscopique et l'entéroscopie "classique" (et tout d'abord l'entéroscopie à double ballon).

CONCLUSION

En conclusion, actuellement, l'endoscopie digestive permet de visualiser la totalité de l'intestin grêle avec des objectifs à la fois diagnostiques et thérapeutiques. L'entéroscopie poussée (et/ou entéroscopie à double ballon dans un futur proche ?), la capsule endoscopique et l'entéroscopie per-opératoire ne sont pas à mettre en compétition mais doivent plutôt être considérées comme des techniques complémentaires.

RÉFÉRENCES

1. Tada M. Preface to the Enteroscopy. *Gastrointest Endosc Clin N Amer* 1999; 9 : No 1 Issue.
2. Bures J, Rejchrt S *et al.* Small Bowel Investigation & Atlas of Enteroscopy. Grada Publishing Praha 2001.
3. Seensalu R. The sonde exam. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 1999; 9 : 37-59.
4. Yamamoto H, Sekine Y, Sato Y, Higashizawa T, Miyara T, Iino S, Ido K, Sugano K. Total enteroscopy with a nonsurgical steerable double-balloon method. *Gastrointest Endosc* 2001; 53 : 216-20.
5. Yamamoto H, Sugano K. A new method of enteroscopy – the double-balloon method. *Can J Gastroenterol* 2003; 17 : 273-4.
6. May A, Nachbar L, Wardak A, Yamamoto H, Ell C. Double-balloon enteroscopy : preliminary experience in patients with obscure gastrointestinal bleeding or chronic abdominal pain. *Endoscopy* 2003; 35 : 985-91.
7. Yamamoto H, Kita H, Sunada K, Hayashi Y, Sato H, Iwamoto M, Sekine Y, Miyata T, Kuno A, Ajibe H, Ido K, Sugano K. Clinical outcomes of double-balloon endoscopy for the diagnosis and treatment of small-intestinal diseases. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2004; 2 : 1010-6.
8. Ell C, May A, Gasbarrini A, Di Caro S, Cammarota G, Costamagna G, Petruziello L, Cellier C, Landi B, Heine G, Hadithi M, Mulder JC. The European experience with double-balloon endoscopy : indications, methodology and safety. *Endoscopy* 2004; 36, Suppl 1 : A4.
9. ASGE Technology Status Evaluation Report. Wireless capsule endoscopy. *Gastrointest Endosc* 2002; 56 : 621-4.
10. Atlas of Capsule Endoscopy. M Halpern, H Jacob, Eds. Given Imaging Norcross 2002.
11. Delvaux M, Fassler I, Gay G. La vidéo-capsule endoscopique : état de l'art. *Acta Endoscopica* 2004; 34 : 293-304.
12. Gay G, Delvaux M, Rey JF. The role of video capsule endoscopy in the diagnosis of digestive disease : a review of current possibilities. *Endoscopy* 2004; 36 : 913-20.
13. Rey JF, Gay G, Kruse A, Lambert R; ESGE Guidelines Committee. European Society of Gastrointestinal Endoscopy guideline for video capsule endoscopy. *Endoscopy* 2004; 36 : 656-8.
14. Ell C, Remke S, May A, Helou L, Henrich R, Mayer G. The first prospective controlled trial comparing wireless capsule endoscopy with push enteroscopy in chronic gastrointestinal bleeding. *Endoscopy* 2002; 34 : 685-9.
15. Hartmann D, Schilling D, Bolz G, Hahne M, Jakobs R, Siegel E, Weickert U, Adamek HE, Riemann JF. Capsule endoscopy versus push enteroscopy in patients with occult gastrointestinal bleeding. *Z Gastroenterol* 2003; 41 : 377-82.
16. Mylonaki M, Fritscher-Ravens A, Swain P. Wireless capsule endoscopy : a comparison with push enteroscopy in patients with gastroscopy and colonoscopy negative gastrointestinal bleeding. *Gut* 2003; 52 : 1122-6.
17. Saurin JC, Delvaux M, Gaudin JL, Fassler I, Villarejo J, Vahedi K, Bitoun A, Canard JM, Souquet JC, Ponchon T, Florent C, Gay G. Diagnostic value of endoscopic capsule in patients with obscure digestive bleeding : blinded comparison with video push-enteroscopy. *Endoscopy* 2003; 35 : 576-84.
18. van Gossum A, Hittélet A, Schmit A, Francois E, Deviere J. A prospective comparative study to push and wire-less capsule enteroscopy in patients with obscure digestive bleeding. *Acta Gastroent Belg* 2003; 66 : 199-205.
19. Adler DG, Knipschild M, Gostout C. A prospective comparison of capsule endoscopy and push enteroscopy in patients with GI bleeding of obscure origin. *Gastrointest Endosc* 2004; 59 : 492-8.
20. Eliakim R. Wireless capsule video endoscopy : three years of experience. *World J Gastroenterol* 2004; 10 : 1238-9.
21. Mata A, Bordas JM, Feu F, Gines A, Pelise M, Fernandez-Esparrach G, Balaguer F, Pique JM, Llach J. Wireless capsule endoscopy in patients with obscure gastrointestinal bleeding : a comparative study with push enteroscopy. *Aliment Pharmacol Ther* 2004; 20 : 189-94.
22. Appleyard M, Fireman Z, Glukhovskiy A, Jacob H, Shreiver R, Kadirkamanathan S, Lavy A, Lewkowicz S, Scapa E, Shofti R, Swain P, Zaretsky A. A randomized trial comparing wireless capsule endoscopy with push enteroscopy for the detection of small-bowel lesions. *Gastroenterology* 2000; 119 : 1431-8.
23. Bolz G, Schmitt H, Hartmann D, Schilling D, Adamek HE, Hollerhuhl H, Guenther K, Schoenleben K, Schulz HJ, Riemann JF. Prospective controlled multicentric trial comparing wireless capsule endoscopy with intra-operative enteroscopy in patients with chronic gastrointestinal bleeding. *Endoscopy* 2003; 35, Suppl 2 : A5-6.
24. Gonzalez-Asanza L, Menchén L, Cos E, Núñez O, Marín I, Menchén P. Comparison of capsule endoscopy and push enteroscopy in patients with obscure and occult gastrointestinal bleeding : a prospective study. *Gut* 2002; 51, Suppl 3 : A69.
25. Pennazio M, Santucci R, Rondonotti E, Abbiati C, Beccari G, Luchetti R, Dezi A, Capurso L, de Franchis R, Rossini F. Capsule endoscopy : diagnostic yield and comparison with push enteroscopy in patients with obscure gastrointestinal bleeding. The Italian multicentre experience. *Endoscopy* 2002; 34, Suppl 2 : A91.
26. De Leusse A, Landi B, Burtin P, Edery J, Lecomte T, Seksik P, Bloch F, Jian R, Cellier C. Video capsule endoscopy for obscure gastrointestinal bleeding : feasibility, diagnostic yield and interobserver agreement. *Endoscopy* 2003; 35, Suppl 2 : A182.
27. Madisch A, Schimming W, Kinzel F, Schneider R, Aust D, Ockert DM, Laniado M, Ehninger G, Miehke S. Locally advanced small-bowel adenocarcinoma missed primarily by capsule endoscopy but diagnosed by push enteroscopy. *Endoscopy* 2003; 35 : 861-4.

28. Saurin JC, Delvaux M, Gaudin JL, Fassler I, Villarejo J, Vahedi K, Bitoun A, Canard JM, Souquet JC, Ponchon T, Florent C, Gay G. Diagnostic value of endoscopic capsule in patients with obscure digestive bleeding : blinded comparison with video push-enteroscopy. *Endoscopy* 2003 ; 35 : 576-84.
29. Brown GJE. Initial experience of video capsule endoscopy at a large UK referral centre. *Endoscopy* 2004 ; 36, Suppl 1 : A75.
30. Tachezi I, Rejchrt S, Rothröckel P, Hlavka A, Bures J. Jejunal metastasis of testicular seminoma presented with severe gastrointestinal bleeding diagnosed by means of capsule endoscopy. *Folia Gastroenterol Hepatol* 2003 ; 1 : 48-53.
31. Delmotte JS, Gay GJ, Houcke PH, Mesnard Y. Intra-operative endoscopy. *Gastrointest Endosc Clin N Amer* 1999 ; 9 : 61-9.
32. Kopacova M, Bures J, Rejchrt S, Siroky M, Bedrna J, Ferko A, Hajzman Z, Hladik P, Holecck T, Hroch T, Chobola M, Jandik P, Jaros E, Jon B, Kabelac K, Lesko M, Mergancova J, Pospisil I, Priborsky J, Simkovic D, Spacek V, Trlica J, Vykouril L. Intra-operative endoscopy. Our own experience in the period 1995 – 2002 (in Czech). *Cas Lek ces* 2003 ; 142 : 303-6.
33. Desa LA, Ohri SK, Hutton KA, Lee H, Spencer J. Role of intra-operative endoscopy in obscure gastrointestinal bleeding of small bowel origin. *Br J Surg* 1991 ; 78 : 192-5.
34. Cave DR, Cooley JS. Intra-operative endoscopy. Indications and techniques. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 1996 ; 6 : 793-802.
35. Lopez MJ, Cooley JS, Petros JG, Sullivan JG, Cave DR. Complete intra-operative small-bowel endoscopy in the evaluation of occult gastrointestinal bleeding using sonde endoscopy. *Arch Surg* 1996 ; 131 : 272-7.
36. D'Agostino JA, Petros JG, Semegran AB, Cave DR, Lopez MJ. Complete intra-operative sonde endoscopy in the evaluation of recurrent partial small-bowel obstruction. *Gastrointest Endosc* 1997 ; 46 : 577-8.
37. Lala AK, Sitaram V, Perakath B, Ramakrishna BS, Kurian G, Khanduri P. Intra-operative endoscopy in obscure gastrointestinal hemorrhage. *Hepato-Gastroenterology* 1998 ; 45 : 597-602.
38. Delmotte JS, Gay GJ, Houcke PH, Mesnard Y. Intra-operative endoscopy. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 1999 ; 9 : 61-9.
39. Ozmen MM, Yilmaz U, Kale IT, Tanik A, Yilmaz S. Intra-operative enteroscopy for obscure gastrointestinal bleeding. *Hepato-Gastroenterology* 1999 ; 46 : 1007-9.
40. Zaman A, Sheppard B, Katon RM. Total peroral intra-operative enteroscopy for obscure GI bleeding using a dedicated push enteroscope : diagnostic yield and patient outcome. *Gastrointest Endosc* 1999 ; 50 : 506-10.
41. Douard R, Wind P, Panis Y, Marteau P, Bouhnik Y, Cellier C, Cugnenc P, Valleur P. Intra-operative enteroscopy for diagnosis and management of unexplained gastrointestinal bleeding. *Am J Surg* 2000 ; 180 : 181-4.
42. Kendrick ML, Buttar NS, Anderson MA, Lutzke LS, Peia D, Wang KK, Sarr MG. Contribution of intra-operative enteroscopy in the management of obscure gastrointestinal bleeding. *J Gastrointest Surg* 2001 ; 5 : 162-7.
43. Rebsdorf Pedersen I, Hartvigsen A, Fischer Hansen B, Toftgaard C, Konstantin-Hansen K, Bulow S. Management of Peutz-Jeghers syndrome. Experience with patients from the Danish Polyposis Register. *Int J Colorectal Dis* 1994 ; 9 : 177-9.
44. Rodriguez-Bigas MA, Penetrante RB, Herrera L, Petrelli NJ. Intra-operative small bowel endoscopy in familial adenomatous and familial juvenile polyposis. *Gastrointest Endosc* 1995 ; 42 : 560-4.
45. Pennazio M, Rossini FP. Small bowel polyps in Peutz-Jeghers syndrome : management by combined push enteroscopy and intra-operative endoscopy. *Gastrointest Endosc* 2000 ; 51 : 304-8.
46. Achanta KK, Petros JG, Cave DR, Zinny M. Use of intra-operative endoscopy to diagnose nonsteroidal antiinflammatory drug injury to the small intestine. *Gastrointest Endosc* 1999 ; 49 : 544-6.
47. Shumaker DA, Bladen K, Katon RM. NSAID-induced small bowel diaphragms and strictures diagnosed with intra-operative endoscopy. *Can J Gastroenterol* 2001 ; 15 : 619-23.
48. Esaki M, Matsumoto T, Hizawa K, Aoyagi K, Mibu R, Iida M, Fujishima M. Intra-operative endoscopy detects more lesions but is not predictive of postoperative recurrence in Crohn's disease. *Surg Endosc* 2001 ; 15 : 455-9.

Masahiro Tada wrote in his preface to the special issue on Enteroscopy [1] : "The small intestine is distant from both the mouth and anus and is difficult to examine by endoscopy". The small intestine had been called the "Dark Continent" of the digestive tract. Indeed, concerning the small bowel, it has been wrongly thought for decades that all diffuse small intestinal diseases could be diagnosed by means of blind aspiration capsule biopsy and all focal pathology could be recognised by enteroclysis. Only during the last ten to fifteen years have small bowel endoscopy and other novel imaging modalities been integrated into daily routine clinical practice [2]. Nowadays, several endoscopic methods are available. In this review article, we advocate push-enteroscopy (as a first-line tool) and try to show that push-enteroscopy, wireless capsule endoscopy and intra-operative endoscopy are not competitive but complementary methods.

Sonde enteroscopy [3] has been departing from the stage into history. Most centres have already abandoned this technique. On the contrary, double-balloon enteroscopy will probably soon become the method we use [4-7]. Recently, initial European experience in four centres has been publicised [8]. Diagnostic yield was

81 % (in 50 of 62 patients), the entire small intestine was examined using the oral approach in 20 %, mean depth of insertion was 254 ± 174 cm beyond the pylorus by oral access (mean time of investigation 70 ± 30 min) and 180 ± 150 cm backwards from the caecum by anal approach (mean time 90 ± 35 min) [8].

There is no definite consensus about the algorithm of small intestinal investigation. The sequence of particular endoscopic methods can be influenced by their cost (reimbursement) and/or accessibility. In our Department, we start with push-enteroscopy in case of suspected pathology within the reach of an enteroscope or in case the place of small intestinal pathology is unknown. We continue with capsule endoscopy in case of a negative result from push-enteroscopy. Finally, intra-operative endoscopy is used for treatment of known pathology or in the case of failure of both push-enteroscopy and capsule endoscopy. There is no doubt, wireless capsule endoscopy is a substantial progress in small intestinal imaging, and has become very popular both for its non-invasive character and high diagnostic yield [9-13]. Capsule endoscopy is superior to push-enteroscopy according to most studies [14-21]. However, these studies compared overall

diagnostic success within the necessarily shorter reach of the push-enteroscope with the definitely longer reach of the wireless capsule. Within the reach of a push-enteroscope, push-enteroscopy was superior to capsule endoscopy, at least in an experimental setting (94 % vs 53 % sensitivity in diagnosing coloured beads sewn in 9 canine small bowels) [22]. In clinical practice, using a correct methodological approach to determine diagnostic yield of capsule endoscopy, it should be compared with intra-operative enteroscopy. According to our knowledge, only one such a project has been published so far [23]. A prospective controlled multi-centre German study compared capsule endoscopy with intra-operative enteroscopy in 21 patients with obscure bleeding. Both methods were positive in 18/21 (86 %), in two patients capsule endoscopy underestimated the extent of angiodysplasias [23].

In wireless capsule endoscopy, the capsule can move very rapidly within the small intestine, according to our experience up to 15 cm per second. If images are currently transmitted at two per second, there is a risk of missing significant pathology by capsule endoscopy in case of such a rapid motion. And indeed, push-enteroscopy diagnosed small bowel neoplasms or other pathology previously missed by capsule endoscopy [24-29].

In addition to its non-invasive character the main advantage of capsule endoscopy is a chance to investigate the entire small bowel (in two thirds to three quarters of all cases). Major limits are lifetime of batteries, lack of flushing the lens and impossibility to take biopsies or perform therapeutic procedures. Push-enteroscopy provides better quality of pictures (Fig. 1, 2) and enables us to make biopsies, perform chromoendoscopy (Fig. 3, 4) and therapeutic procedures (control of bleeding, polypectomy etc.) (Fig. 5, 6). A major limitation of push-enteroscopy is its limited reach of only the proximal jejunum.

Intra-operative enteroscopy has been accepted as the ultimate diagnostic and/or therapeutic procedure for the complete evaluation of the small bowel [31, 32]. It can be done in a standard laparotomy (preferred in our Department) or as a laparoscopy-assisted proce-

dure. The endoscopist is a member of the surgical team and close cooperation between the surgeon and the endoscopist is mandatory. In intra-operative enteroscopy, a sterile polyethylene sheath is put over the sterile endoscope to prevent contamination of the operation field during the later withdrawal of the endoscope. Enterotomy is done approximately in the middle of the small bowel. The endoscope is inserted by the surgeon and operated by the endoscopist. The upper part, i.e. jejunum, is investigated first (for its lower bacterial density), followed by the aboral part of the small intestine, i.e. distal jejunum and ileum. Possible pathology found can be treated preferentially endoscopically or surgically (Figs. 7 and 8). Intra-operative enteroscopy was evaluated in obscure occult and overt bleeding [33-42], familial polyposis syndromes [43-45], NSAIDs injury to the small intestine [46, 47] and Crohn's disease [48]. Furthermore, intra-operative enteroscopy can solve some puzzles, see Figs. 9 and 10.

Despite all technical progress, there are several issues, which remain to be solved. First of all, there is no accepted common optimal algorithm. Probably different algorithms will be used in obscure occult & overt bleeding, inflammatory bowel disease, surveillance of familial polyposis and other small intestinal pathology. To answer the question "Which investigation first?" one must consider among others, the impact for the patient and the outcome, cost-effectiveness and last but not least the availability of particular tools at a particular centre. Let us hope, in the near future that we will be provided with further technical progress both in wireless capsule endoscopy and "classical" enteroscopy (first of all double-balloon enteroscopy).

CONCLUSION

Current digestive endoscopy is able to visualize the entire small intestine both for diagnostic and therapeutic purposes. Push-enteroscopy (and/or double-balloon enteroscopy in the near future?), capsule endoscopy and intra-operative enteroscopy are not competitive but complementary methods.