

Comment les médecins raisonnent-ils pour poser des diagnostics et prendre des décisions thérapeutiques ? Les enjeux en médecine d'urgence

How do physicians make diagnoses and decisions? Key issues in emergency medicine

T. Pelaccia · J. Tardif · E. Triby · C. Ammirati · C. Bertrand · B. Charlin

Reçu le 30 septembre 2010 ; accepté le 30 octobre 2010
© SFMU et Springer-Verlag France 2010

Résumé Le raisonnement clinique est au cœur de la compétence médicale. Pourtant, dans le domaine de l'urgence, il a fait l'objet d'une attention très modeste de la part des chercheurs, au regard des autres déterminants de la performance des médecins. Le raisonnement clinique désigne les processus cognitifs mobilisés pour établir des diagnostics et décider d'actions thérapeutiques. À travers deux récits cliniques, nous décrivons les processus analytiques (réflexifs) et non analytiques (intuitifs) identifiés dans la littérature scientifique. Ceux-ci ont très majoritairement concerné les disciplines dites « conventionnelles ». Nous mettons en évidence le rôle déterminant de la pratique clinique, dans la mesure où elle permet aux praticiens d'élaborer des connais-

sances organisées et stockées en mémoire à long terme, qui sous-tendent le fonctionnement des processus de raisonnement. Nous évoquons également l'influence considérable du contexte sur le raisonnement, afin de justifier l'intérêt de mener des travaux de recherche visant à identifier si les médecins urgentistes mobilisent des processus cognitifs particuliers, au regard des spécificités qui caractérisent leur cadre d'exercice. La connaissance, par les praticiens, de la façon dont ils raisonnent est associée à des enjeux majeurs en termes de pratique de la médecine d'urgence et de formation dans cette discipline. **Pour citer cette revue : Ann. Fr. Med. Urgence 1 (2011).**

Mots clés Raisonnement clinique · Reconnaissance de formes · Raisonnement hypothético-déductif · Chaînage avant · Intuition

Abstract Clinical reasoning is a major determinant of physicians' competence. However, it has not been much studied in the emergency medicine literature, when compared to other determinants. Clinical reasoning refers to the cognitive processes used to make diagnoses and decisions. Through a couple of clinical histories, we give a description of the analytical (conscious) and non-analytical (intuitive) processes that have been identified through studies made in conventional fields of medicine. We highlight the importance of clinical practice, since it allows the development of knowledge organized and stored in physicians' long-term memory, which underlie the functioning of the reasoning processes. We also underline the importance of context in clinical reasoning, which justifies the interest to carry out research works on clinical reasoning in the field of emergency medicine, in regard to the specific characteristics of emergency medicine practice. Physicians' knowledge of the reasoning processes, which they use to make diagnoses and decisions, is associated with major issues in terms of emergency medicine practice and education. **To cite this journal: Ann. Fr. Med. Urgence 1 (2011).**

T. Pelaccia (✉)
Samu 67–Cesu 67, hôpitaux universitaires de Strasbourg,
F-67091, France
e-mail : thierry.pelaccia@wanadoo.fr

T. Pelaccia · E. Triby
Laboratoire de recherche en pédagogie des sciences de la santé,
faculté de médecine, université de Strasbourg, F-67085, France

J. Tardif
Département de pédagogie, faculté d'éducation,
université de Sherbrooke, Québec, J1K 2R1, Canada

E. Triby
Faculté des sciences de l'éducation, université de Strasbourg,
F-67000, France

C. Ammirati
Pôle urgences, CHU d'Amiens, F-80054, France

C. Bertrand
Samu 94, hôpital Henri-Mondor,
Assistance publique–Hôpitaux de Paris,
Créteil, F-94000, France

B. Charlin
Centre de pédagogie appliquée aux sciences de la santé (CPASS),
faculté de médecine, université de Montréal, H3C 3J7,
Québec, Canada

Keywords Clinical reasoning · Pattern recognition · Hypothetico-deductive reasoning · Forward reasoning · Intuition

Introduction

Le raisonnement clinique est une compétence centrale dans la pratique médicale [1–4]. Il constitue un déterminant majeur de la performance des médecins urgentistes et, par conséquent, du fonctionnement et de l'efficacité des services d'urgence [5]. L'objectif de cet article est de présenter au lecteur une description des principales théories relatives au raisonnement clinique. Nous décrirons en particulier les processus cognitifs mobilisés dans ce cadre par les médecins à travers des exemples de situations pathologiques couramment rencontrées dans les services d'urgence. Nous ciblerons principalement nos propos sur l'étape diagnostique de la prise en charge des patients, à l'image des travaux de recherche réalisés dans le domaine du raisonnement. Nous discuterons ensuite des spécificités liées à la pratique de l'urgence et de leurs conséquences potentielles sur le raisonnement clinique des médecins urgentistes. Nous soulignerons enfin l'intérêt, pour les praticiens, de connaître la façon dont ils raisonnent, en particulier dans une perspective de réduction du risque d'erreur médicale.

Qu'est-ce que le raisonnement clinique ?

Le raisonnement clinique est défini comme l'ensemble des processus cognitifs permettant aux praticiens d'évaluer et de gérer les problèmes de santé d'un patient [6]. Il s'agit plus précisément de mettre en œuvre des processus et de mobiliser des connaissances spécifiques, afin de traiter les éléments de l'environnement informationnel associé à un patient, dans la perspective d'agir efficacement. Reasonner permet ainsi de poser des diagnostics et de prendre des décisions (par exemple, démarrer des manœuvres de réanimation, entreprendre des gestes techniques, prescrire des examens complémentaires ou un traitement).

Que se passe-t-il dans le cerveau d'un médecin lorsqu'il est confronté à une situation clinique ?

Afin d'appréhender les processus cognitifs qui sous-tendent le raisonnement clinique en médecine, nous partirons d'une situation concrète, dans laquelle un médecin urgentiste — le Dr U. — entre dans un box ou arrive au domicile d'un patient, dont le motif de consultation aux urgences ou d'appel au Samu est une douleur dans la poitrine (Fig. 1).

Dans les toutes premières secondes...

Le Dr U. pense immédiatement à un syndrome coronarien aigu en observant cet homme âgé de 55 ans, en sueurs, qui au décours d'un effort a présenté des douleurs thoraciques rétrosternales.

Dans cet exemple, le Dr U. utilise des processus de raisonnement qualifiés par les chercheurs de « non analytiques » ou encore « d'intuitifs »¹, ce qui signifie qu'ils sont mobilisés sans effort conscient [7–9]. Cette démarche — qui permet de générer dès les premières secondes ou minutes de rencontre avec un patient des hypothèses diagnostiques [10,11] — est irrépressible [9]. Elle repose sur l'interprétation globale et partielle de données contextuelles (homme de 55 ans, survenue au décours d'un effort) et d'éléments cliniques immédiatement identifiables (sueurs, douleurs rétrosternales) [8–12].

Comment les hypothèses diagnostiques sont-elles générées ?

Les processus de raisonnement non analytiques reposent sur les capacités du praticien à reconnaître sans effort conscient une configuration caractéristique de données contextuelles et de signes cliniques évoquant très fortement un ou plusieurs diagnostics [4,7]. Ce processus non analytique est dénommé « reconnaissance de formes » (*pattern recognition*). Dans notre exemple, la forme « homme d'âge mûr — effort — douleurs rétrosternales » est rapidement et inconsciemment associée par le Dr U. à l'entité pathologique « syndrome coronarien aigu », grâce à son expérience clinique. Celle-ci lui permet en effet d'élaborer et de stocker dans sa mémoire à long terme des modèles d'organisation des connaissances dans lesquels les situations vécues ont subi un processus de transformation et d'abstraction. Ce processus conduit à représenter une pathologie donnée sous sa forme la plus typique — associée à un certain nombre de variantes — et, ainsi, à la reconnaître rapidement lors de la confrontation à des situations similaires [13].

Les processus non analytiques peuvent également reposer sur la reconnaissance de similarités par rapport à des cas rencontrés antérieurement. Le praticien mobilise alors des modèles cognitifs dénommés « exemples concrets » (*instances*), stockés dans la mémoire à long terme tels qu'ils ont été vécus, sans transformation [13]. Il est ainsi probable que le Dr U., praticien expérimenté, ait été confronté à de nombreuses reprises dans son exercice clinique à des cas similaires à celui de ce patient.

¹ Dans la suite de l'article, ces deux adjectifs seront utilisés indifféremment pour désigner un raisonnement qui prend place sans effort conscient.

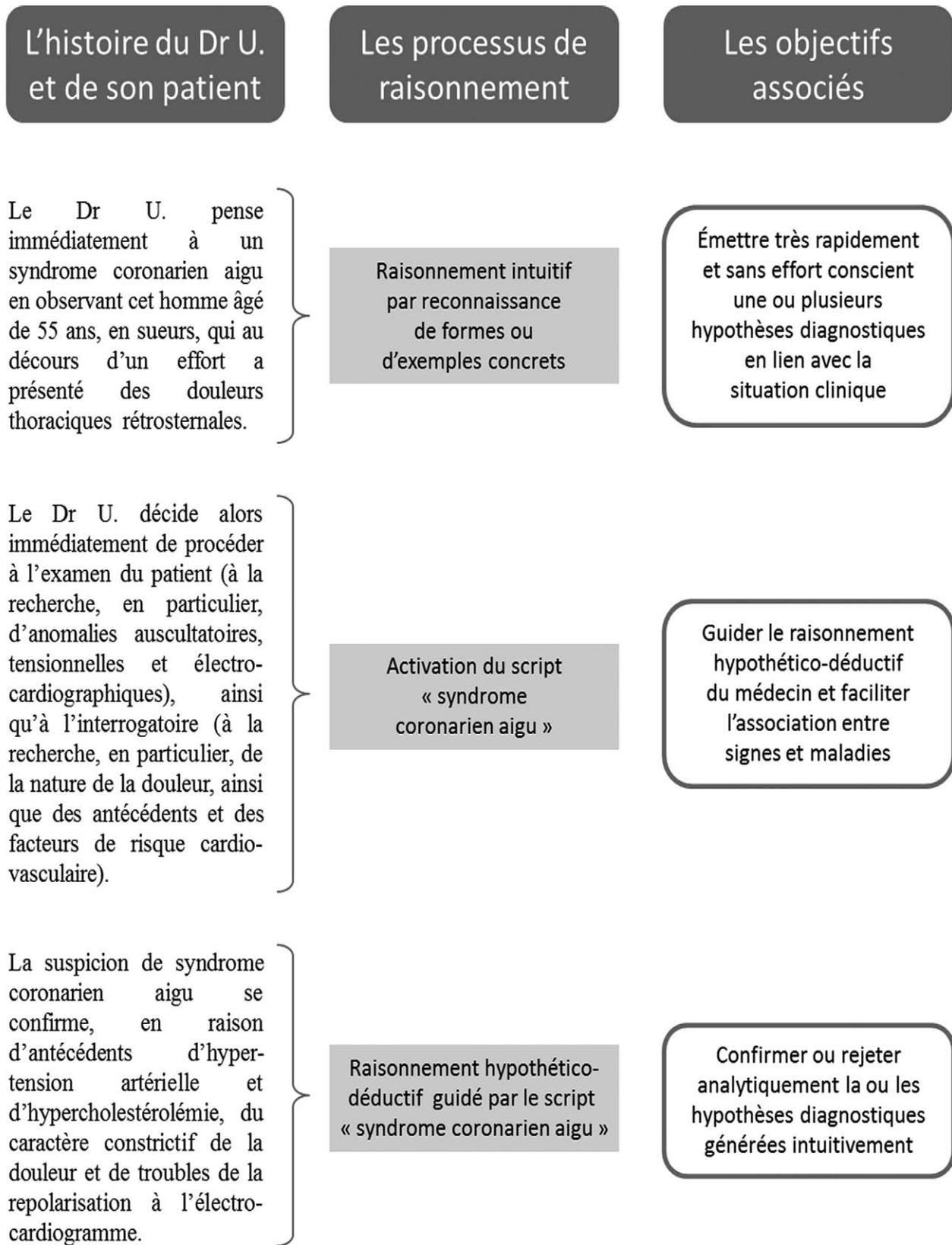


Fig. 1 Exemple de raisonnement associant des processus non analytique et analytique hypothético-déductif dans le cadre d'une démarche diagnostique

Que se passe-t-il ensuite ?

Le Dr U. décide alors immédiatement de procéder à l'examen du patient (à la recherche, en particulier, d'anomalies auscultatoires, tensionnelles et électrocardiographiques) ainsi qu'à l'interrogatoire (à la recherche, en particulier, de la nature de la douleur ainsi que d'antécédents et de facteurs de risque cardiovasculaire). La suspicion de syndrome coronaire aigu se confirme, en raison d'antécédents d'hypertension artérielle et d'hypercholestérolémie, du caractère constrictif de la douleur et de troubles de la repolarisation à l'électrocardiogramme.

La plupart des chercheurs considèrent que le raisonnement clinique repose sur l'association de processus analytiques et non analytiques [7,14,15]. Le Dr U. ne va en effet pas décider d'actions thérapeutiques sur la seule base de cette « première impression ». Il va s'engager dans une démarche de recherche de signes positifs et négatifs permettant de confirmer ou de rejeter la ou les hypothèse(s) diagnostique(s) initiale(s) [4,13], grâce à l'activation de « scripts cliniques ». Ces modèles d'organisation des connaissances — acquis à travers l'expérience — décrivent, à la manière d'une histoire, des séquences attendues d'événements [11]. Ils permettent de guider le raisonnement du médecin et facilitent la mise en lien des signes cliniques et des pathologies correspondantes [1,16]. Ils sont hautement spécifiques, c'est-à-dire qu'ils sont adaptés à des actions particulières relatives au diagnostic, aux investigations complémentaires ou au traitement [11,13].

De façon plus précise, le praticien va en permanence confronter les données recueillies auprès du patient aux scripts activés. Un script peut être modélisé sous la forme d'emplacements (*slots*) incorporant l'ensemble des attributs d'une maladie donnée. Chaque emplacement est associé à un certain nombre de valeurs acceptables pour cette dernière. Ils sont par défaut occupés par la valeur la plus probable, mais peuvent en accepter d'autres, sous réserve qu'elles soient compatibles avec le diagnostic correspondant [1,11,13,16]. Par exemple, pour le script « infarctus du myocarde », il existe de nombreux emplacements relatifs aux facteurs favorisants, à la localisation de la douleur, au type de douleur, aux signes électriques, aux variations enzymatiques, etc. La valeur par défaut pour l'emplacement « localisation de la douleur » serait « rétrosternale », mais d'autres valeurs sont acceptables (par exemple : « épigastrique »).

La démarche diagnostique du praticien consiste à vérifier si les données recueillies sont compatibles avec les valeurs acceptables pour la ou les pathologies évoquées. À travers un processus dit « d'instanciation », il va ainsi chercher à trouver un emplacement pour chaque élément du tableau clinique. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que le nombre

d'emplacements remplis soit suffisamment important pour retenir le diagnostic correspondant au script activé, avec un niveau satisfaisant de certitude [17]. Il n'y a pas d'ordre pour remplir ces emplacements, ce qui explique la grande variabilité dans la façon dont l'interrogatoire et l'examen clinique sont réalisés d'un praticien à l'autre [1,16]. Si une donnée clinique génère une valeur inacceptable au sein d'un script, celui-ci est rejeté et d'autres sont activés.

Ce processus de raisonnement explique que, face à une situation courante, le praticien ne cherchera pas toujours de façon exhaustive l'ensemble des données disponibles. Si suffisamment d'emplacements sont remplis avec des valeurs acceptables, il considérera que les autres le sont également, sans effectuer de nouvelles vérifications [16]. Par exemple, si le clinicien est confronté à une douleur rétrosternale, constrictive, associée à un sus-décalage du segment ST dans un territoire donné, il n'aura pas forcément besoin d'explorer les antécédents du patient et de doser les enzymes cardiaques pour conclure à la présence d'un infarctus du myocarde.

Cette démarche analytique de vérification systématique des hypothèses diagnostiques générées intuitivement est dénommée « processus hypothético-déductif » [4,18].

Que se passe-t-il lorsque le praticien ne parvient pas à générer précocement des hypothèses diagnostiques ?

Le Dr I., jeune interne de médecine d'urgence, n'est pas très inspiré par cette femme d'une quarantaine d'années se plaignant de douleurs abdominothoraciques dans un contexte d'éthylisme chronique. Il décide alors de procéder à un examen clinique systématique. Comme seule anomalie, il retrouve à la palpation abdominale une douleur principalement épigastrique, associée à des vomissements. Le Dr I. essaye alors d'envisager les différentes situations dans lesquelles une pathologie abdominale pourrait entraîner des douleurs thoraciques chez une patiente éthylique chronique. Ses vagues souvenirs du module d'hépatogastroentérologie lui permettent de se rappeler que la pancréatite nécrotico-hémorragique se caractérise par la présence de coulées inflammatoires extrapancréatiques qui pourraient venir irriter les structures de voisinage et provoquer des douleurs thoraciques projetées. Le bilan biologique retrouve en effet une lipasémie cinq fois supérieure à la normale.

Lorsqu'un médecin ne parvient pas à identifier rapidement des formes ou des exemples concrets, en raison de son manque d'expérience, de la complexité du cas ou de sa rareté, il va mobiliser un autre type de processus consistant à cheminer consciemment des données vers la solution [13] (Fig. 2). C'est le cas du Dr I., jeune interne de médecine

L'histoire du Dr I. et de sa patiente

Les processus de raisonnement

Les objectifs associés

Le Dr I., jeune interne de médecine d'urgence, n'est pas très inspiré par cette femme d'une quarantaine d'années se plaignant de douleurs abdomino-thoraciques dans un contexte d'éthylisme chronique.

Absence de reconnaissance intuitive de formes ou d'exemples concrets

Il décide alors de procéder à un examen clinique systématique. Comme seule anomalie, il retrouve à la palpation abdominale une douleur principalement épigastrique, associée à des vomissements. Le Dr I. essaye alors d'envisager les différentes situations dans lesquelles une pathologie abdominale pourrait entraîner des douleurs thoraciques chez une patiente éthylique chronique. Ses vagues souvenirs du module d'hépto-gastro-entérologie lui permettent de se rappeler que la pancréatite nécrotico-hémorragique se caractérise par la présence de coulées inflammatoires extra-pancréatiques qui pourraient venir irriter les structures de voisinage et provoquer des douleurs thoraciques projetées. Le bilan biologique retrouve en effet une lipasémie 5 fois supérieure à la normale.

Raisonnement en chaînage avant

Parvenir à un diagnostic en l'absence d'hypothèses de départ, par une démarche systématisée de recherche de données cliniques et paracliniques

application de règles causales

recours aux connaissances physiopathologiques

Fig. 2 Exemple de raisonnement en chaînage avant, avec application de règles causales et recours aux connaissances physiopathologiques dans le cadre d'une démarche diagnostique

d'urgence, qui doit mettre en œuvre des démarches analytiques — cognitivement très exigeantes — reposant sur l'application consciente de règles causales ou conditionnelles (si les symptômes S1, S2 et S3 sont présents, alors, il s'agit de la maladie M1) à travers un mode de raisonnement dit « en chaînage avant » (*forward reasoning*) [1,11,13]. Cette approche consiste à rechercher de façon systématisée l'ensemble des données cliniques et éventuellement paracliniques afin d'émettre, a posteriori, une ou plusieurs hypothèse(s) diagnostique(s).

Dans ces circonstances, les connaissances physiopathologiques — considérées comme « encapsulées » [19], c'est-à-dire, peu utilisées par l'expert pour raisonner — pourront également être mobilisées [20].

En résumé...

Le raisonnement clinique repose sur la mobilisation de processus non analytiques (reconnaissance de formes et d'exemples concrets) et analytiques (démarche hypothético-déductive ou en chaînage avant) — résumés dans les Tableaux 1 et 2 — qui fonctionnent grâce à des connaissances organisées et stockées en mémoire à long terme. En règle générale, un praticien parvient à formuler, dès les premières secondes ou minutes de rencontre avec le patient, une ou plusieurs hypothèse(s) diagnostique(s), sans effort conscient. Par la suite, sa démarche va consister à les confirmer ou à les infirmer — grâce à l'interrogatoire, l'examen clinique et la réalisation d'examens complémentaires — afin de retenir une solution permettant d'envisager des actions thérapeutiques.

Les médecins urgentistes raisonnent-ils de la même façon que les médecins des spécialités conventionnelles ?

La question est légitime. En effet, l'ensemble des travaux de recherche décrits dans cet article ont été réalisés dans des spécialités dites « conventionnelles »² — en particulier, la médecine générale, la médecine interne, la cardiologie, la dermatologie et l'imagerie médicale — dont le contexte de pratique est très différent de celui de la médecine d'urgence. Or, le contexte dans lequel le praticien raisonne a une influence considérable sur son raisonnement [2,11]. Cette observation est notamment basée sur des travaux qui mirent en évidence que le changement de contexte avait un impact plus important sur la variation du taux d'erreurs

diagnostiques, que le changement de praticien [2]. Certains chercheurs considèrent ainsi le contexte comme l'une des contraintes majeures qui pèsent sur le raisonnement clinique [12].

La pratique de la médecine d'urgence est associée à de nombreuses spécificités contextuelles qui en font une discipline singulière. Il s'agit en particulier :

- de la nécessité d'agir vite, ce qui va imposer aux praticiens de « penser vite » et, dans certaines situations, de prendre des décisions thérapeutiques sans avoir posé de diagnostic formel, sur la base d'une prise en charge symptomatique du patient. Cette spécificité a de tout temps caractérisé la pratique de la médecine d'urgence [21,22]. Or, les processus et modèles d'organisation des connaissances décrits dans cet article ont pour la plupart été identifiés dans le cadre exclusif de l'étape diagnostique du raisonnement clinique, qui, dans les spécialités conventionnelles, précède le plus souvent le « passage à l'acte thérapeutique » ;
- du niveau élevé d'incertitude diagnostique, dans la mesure où l'état clinique du malade ne lui permet pas toujours d'interagir de façon appropriée avec le praticien, le privant ainsi de certaines informations obtenues grâce à l'interrogatoire. Il s'agit, par exemple, de patients présentant des troubles de la conscience, une aphasie, ou encore, un mutisme. De surcroît, le médecin confronté en particulier à des situations d'urgence vitale — notamment, dans le cadre d'une pratique préhospitalière — doit le plus souvent se contenter de traiter des informations d'ordre exclusivement clinique, ne disposant pas des données relatives aux examens complémentaires [22]. Dans le cas de la régulation médicale, ses décisions reposeront même sur la seule base d'éléments linguistiques ;
- de la « charge affective » du praticien, en raison de la perspective d'une issue fatale liée à l'état critique du patient ou d'origine iatrogénique ;
- du caractère dynamique de l'environnement informationnel, dans la mesure où les plaintes exprimées par le patient et son état clinique sont susceptibles d'évoluer rapidement ;
- d'une complexité intrinsèque inhérente au fait que les médecins urgentistes sont fréquemment contraints de gérer simultanément plusieurs patients, ce qui génère des interruptions multiples de leur raisonnement [23,24]. Ils doivent de surcroît interagir avec les nombreux professionnels impliqués dans la gestion collaborative des situations d'urgence (personnel soignant, ambulanciers, auxiliaires de régulation médicale, sapeurs-pompiers, forces de l'ordre, autres spécialistes, etc.), ce qui peut être associé à une forme de division horizontale du travail [25]. L'extraordinaire variabilité des situations pathologiques rencontrées en médecine d'urgence constitue également un facteur de complexité [25].

² Il s'agit de désigner, par cet adjectif, les spécialités dont l'exercice est programmé et n'est pas couramment associé à la gestion de situations d'urgence. Le caractère « non conventionnel » de la médecine d'urgence doit donc être appréhendé au regard de la discussion sur le raisonnement mobilisé par les spécialistes de cette discipline.

Tableau 1 Processus de raisonnement non analytiques mobilisables par les médecins dans le cadre du raisonnement clinique	
Processus non analytiques	Description
Reconnaissance de formes	Identification intuitive, par le praticien, d'une configuration caractéristique de signes (contextuels, cliniques...) évoquant très fortement un ou plusieurs diagnostic(s)
Reconnaissance d'exemples concrets	Identification intuitive, par le praticien, d'une situation clinique déjà vécue dans le passé, lui permettant d'évoquer très fortement un ou plusieurs diagnostic(s)

Tableau 2 Processus de raisonnement analytiques mobilisables par les médecins dans le cadre du raisonnement clinique	
Processus analytiques	Description
Raisonnement hypothéticodéductif	Le praticien recherche consciemment — à travers l'interrogatoire, l'examen clinique et les examens complémentaires — à confirmer ou à rejeter les hypothèses diagnostiques envisagées
Raisonnement en chaînage avant	Le praticien chemine consciemment des données cliniques et paracliniques vers la solution, grâce à l'application de règles causales ou conditionnelles

Les situations de catastrophe imposent quant à elles des modes de raisonnement spécifiques. En effet, le contexte exceptionnel ne trouve souvent aucune référence à une quelconque expérience personnelle, en dehors de celles acquises lors d'exercices de simulation [26]. Le médecin urgentiste est alors confronté à un cadre d'exercice extrêmement complexe, lié à l'environnement hostile, au manque de ressources sanitaires, à la présence de situations pathologiques peu courantes et à la nécessité de procéder à un tri afin de prioriser les soins.

À notre connaissance, malgré les nombreuses spécificités qui caractérisent la pratique de l'urgence, aucune étude n'a été réalisée afin d'identifier les processus de raisonnement mobilisés par les médecins urgentistes. Une étude multicentrique financée par la Société française de médecine d'urgence (SFMU) et impliquant les centres hospitaliers universitaires (CHU) de Strasbourg, d'Amiens et de Créteil est actuellement en cours afin d'explorer cette thématique de recherche inédite. Un travail est également initié par ces centres, avec la collaboration du CHU de Dijon, sur les processus décisionnels et les stratégies communicationnelles mobilisées par les médecins dans le cadre de la régulation téléphonique. Enfin, l'hôpital Cochin pilote actuellement un projet de recherche visant à mettre en évidence les processus cognitifs qui sous-tendent la prescription des biomarqueurs en urgence.

Pourquoi le raisonnement clinique et sa connaissance par les médecins sont-ils fondamentalement importants ?

Près de la moitié des événements indésirables survenant dans le cadre de la pratique clinique est attribuée à des

erreurs de raisonnement [27]. Les lacunes en matière de connaissances ne seraient ainsi impliquées que dans 3,4 % des cas [28]. Les erreurs de raisonnement ont conduit au décès du patient ou à des situations d'invalidité permanente dans 25 % des cas [28]. Dans le domaine de la médecine d'urgence, le taux d'erreurs n'est pas précisément documenté, notamment en raison du fait que le devenir de nombreux patients (en particulier ceux dont l'hospitalisation n'a pas été nécessaire) n'est pas connu [29]. Il semblerait toutefois qu'il s'agisse de la pratique associée au plus grand nombre d'erreurs « évitables » [30,31]. Une majorité est liée à des diagnostics incorrects, provoqués par des dysfonctionnements cognitifs survenant lors du raisonnement [31].

La connaissance, par les médecins, de la façon dont ils raisonnent leur permet d'améliorer leurs capacités à raisonner et, par conséquent, de réduire le risque d'erreurs diagnostiques et thérapeutiques [32,33]. Le fait de considérer que la compétence et l'expertise ne sont pas fondamentalement liées à la possession d'un corpus important de connaissances scientifiques, mais plutôt, à la capacité de les mobiliser dans le cadre d'un raisonnement approprié [34] constitue un changement de posture majeur. Il est notamment associé à des enjeux cruciaux en termes de formation initiale et continue des médecins urgentistes — y compris dans le domaine de la régulation médicale [35] — notamment dans le cadre du recours à la simulation à l'aide de patients standardisés ou de dispositifs techniques.

Conclusion

Le raisonnement clinique est une démarche complexe reposant sur la mobilisation de processus et de connaissances

élaborées grâce à l'accumulation d'expériences et stockées dans la mémoire à long terme. Il s'agit d'une caractéristique critique de l'expertise, qui constitue l'un des déterminants majeurs de la performance clinique en urgence. Les causes possibles d'erreurs de raisonnement doivent être analysées ainsi que les conséquences en termes de pratique de la médecine d'urgence et de formation.

Références

- Charlin B, Tardif J, Boshuizen HP (2000) Scripts and medical diagnostic knowledge: theory and applications for clinical reasoning instruction and research. *Acad Med* 75:182–90
- Higgs J, Jones MA (2008) Clinical decision making and multiple problem spaces. In: Higgs J, Jones MA, Loftus S, Christensen N (eds) *Clinical reasoning in the health professions*. Butterworth-Heinemann, Oxford, pp 3–18
- Norman GR (2005) Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Med Educ* 39:418–27
- Schwartz A, Elstein AS (2008) Clinical reasoning in medicine. In: Higgs J, Jones MA, Loftus S, Christensen N (eds) *Clinical reasoning in the health professions*. Butterworth-Heinemann, Oxford, pp 223–34
- Croskerry P (2006) Critical thinking and decision making: avoiding the perils of thin-slicing. *Ann Emerg Med*, 48:720–2
- Barrows HS, Tamblyn RM (1980) *Problem based learning: an approach to medical education*. Springer, New York
- Eva KW (2005) What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Med Educ* 39:98–106
- Hogarth RM (2001) *Educating intuition*. University of Chicago Press, Chicago
- Hogarth RM (2005) Deciding analytically or trusting your intuition? The advantages and disadvantages of analytic and intuitive thought. In: Betsch T, Haberstroh S (eds) *Routines of decision making*. Erlbaum, Mahwah, pp 67–82
- Elstein AS, Schwartz A (2002) Clinical problem solving and diagnostic decision making: selective review of the cognitive literature. *BMJ* 324:729–32
- Gruppen LD, Frohna AZ (2002) Clinical reasoning. In: Norman GR, van der Vleuten CP, Newble DI (eds) *International handbook of research in medical education*. Kluwer Academic, Boston, pp 205–30
- Croskerry P (2009) Context is everything or how could I have been that stupid? *Healthc Q* 12:171–6
- Nendaz M, Charlin B, Leblanc V, Bordage G (2005) Le raisonnement clinique : données issues de la recherche et implications pour l'enseignement. *Ped Med* 6:235–54
- Ark TK, Brooks LR, Eva KW (2006) Giving learners the best of both worlds: do clinical teachers need to guard against teaching pattern recognition to novices? *Acad Med* 81:405–9
- Kulatunga-Moruzi C, Brooks LR, Norman GR (2001) Coordination of analytic and similarity-based processing strategies and expertise in dermatological diagnosis. *Teach Learn Med* 13:110–6
- Charlin B, Boshuizen HP, Custers EJ, Feltovich PJ (2007) Scripts and clinical reasoning. *Med Educ* 41:1178–84
- Schmidt HG, Rikers RM (2007) How expertise develops in medicine: knowledge encapsulation and illness script formation. *Med Educ* 41:1133–9
- Coderre S, Mandin H, Harasym PH, Fick GH (2003) Diagnostic reasoning strategies and diagnostic success. *Med Educ* 37:695–703
- Boshuizen HP, Schmidt HG (1992) On the role of biomedical knowledge in clinical reasoning by experts, intermediates and novices. *Cog Sci* 16:153–84
- Kaufman DR, Yoskowitz NA, Patel VL (2008) Clinical reasoning and biomedical knowledge: implications for teaching. In: Higgs J, Jones MA, Loftus S, Christensen N (eds) *Clinical reasoning in the health professions*. Butterworth-Heinemann, Oxford, pp 123–36
- Bill JC, Rosen P, Williams TE (1975) Emergency medicine in the university hospital. *JACEP* 4:55–9
- Weingart SD (2008) Critical decision making in chaotic environments. In: Croskerry P, Cosby KS, Schenkel SM, Wears RL (eds) *Patient safety in emergency medicine*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 209–12
- Chisholm CD, Collison EK, Nelson DR, Cordell WH (2000) Emergency department workplace interruptions: are emergency physicians “interrupt-driven” and “multitasking”? *Acad Emerg Med* 7:1239–43
- Croskerry P, Abbas AA, Albert WW (2008) How doctors feel: affective issues in patients' safety. *Lancet* 372:1205–6
- Croskerry P (2000) The feedback sanction. *Acad Emerg Med* 7:1232–8
- Ammirati C, Amsallem C (2010) Examen pratique facultaire en médecine de catastrophe : proposition d'un examen à stations multiples. *Ped Med* 11:575
- Scott IA (2009) Errors in clinical reasoning: causes and remedial strategies. *BMJ*, 338:b1860
- Graber ML (2005) Diagnostic error in internal medicine. *Arch Intern Med* 165:493–9
- Croskerry P, Sinclair D (2001) Emergency medicine: a practice prone to error? *CJEM* 3:271–6
- Brennan TA, Leape LL, Laird NM, et al (1991) Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: results of the Harvard Medical Practice Study I. *N Engl J Med* 324:370–6
- Sandhu H, Carpenter C, Freeman K, et al (2006) Clinical decision making: opening the black box of cognitive reasoning. *Ann Emerg Med* 48:713–9
- Croskerry P (2003) The importance of cognitive errors in diagnosis and strategies to prevent them. *Acad Emerg Med* 78:1–6
- Schull MJ, Ferris LE, Tu JV, et al (2001) Problems for clinical judgment: thinking clearly in an emergency. *Can Med Assoc J* 164:1170–5
- Norman GR, Eva KW (2010) Diagnostic error and clinical reasoning. *Med Educ* 44:94–100
- Bertrand C, Ouss I, Jehel L, Le Bourgeois JP (2004) Stratégie d'évaluation des compétences au cours du diplôme universitaire de régulation des urgences médicales. *Ped Med* 5:27–34