

# Utilisation des tests diagnostiques microbiologiques à l'hôpital

ROMAIN MARTISCHANG<sup>a,b</sup>, Dr MOHAMED ABBAS<sup>b</sup>, Pr STEPHAN HARBARTH<sup>b</sup>, Dr BENEDIKT HUTTNER<sup>a,b</sup> et Pr JACQUES SCHRENZEL<sup>c</sup>

Rev Med Suisse 2017; 13: 792-6

**Les cultures microbiologiques sont utiles pour guider le traitement antibiotique, mais elles peuvent également entraîner des antibiothérapies inutiles, voire délétères pour le patient. Il est donc conseillé de se baser avant tout sur la clinique et d'utiliser la probabilité prétest pour guider l'interprétation des résultats et en améliorer leur valeur prédictive. Il est également important d'avoir une bonne stratégie de prélèvement, que ce soit pour les expectorations, ou pour les hémocultures, afin d'éviter une surconsommation de ces tests et une représentation accrue des contaminants.**

## How to use microbiological diagnostic tests in a hospital setting

*Microbiological cultures provide essential information to guide the antibiotic therapy. However, their results might be misleading for physicians and drive useless treatment, sometimes harmful for patients. Recommendations highlight the importance of clinical signs in order to take into account the pre-test probability when interpreting the results. This combination will improve the predictive value of microbiological tests. The sampling strategy is also important to avoid an overuse of these tests but also misleading results through a reduction of contaminants.*

## INTRODUCTION

Les examens complémentaires microbiologiques nous permettent de confirmer de nombreuses infections en milieu ambulatoire et hospitalier. Cependant, ils peuvent être utilisés et interprétés de façon inadéquate, entraînant d'autres examens, une antibiothérapie parfois inutile et contribuant ainsi à l'augmentation des coûts de la santé. Mais comment réduire l'utilisation de ces tests sans devoir avoir peur ou juste sans manquer un diagnostic? Cet article considère plusieurs tests microbiologiques utilisés dans le quotidien hospitalier pour préciser leur condition d'application, afin d'améliorer leur utilité diagnostique et la prise en charge du patient. Cet article ne concerne pas les adultes immunosupprimés ni les enfants car l'épidémiologie de leurs infections, la présentation clinique, la probabilité prétest ainsi que le rendement des tests diffèrent dans ces cas particuliers.

## FROTTIS SUPERFICIELS SUR PLAIE OUVERTE SANS SUSPICION CLINIQUE D'INFECTION

Les cultures de plaies ouvertes n'ont généralement pas d'utilité

<sup>a</sup> Service de maladies infectieuses, <sup>b</sup> Service prévention et contrôle de l'infection, <sup>c</sup> Laboratoires de bactériologie et de recherche génomique, HUG, 1211 Genève 14  
martisr0@etu.unige.ch | jacques.schrenzel@hcuge.ch  
mohamed.abbas@hcuge.ch | stephan.harbarth@hcuge.ch  
benedikt.huttner@hcuge.ch

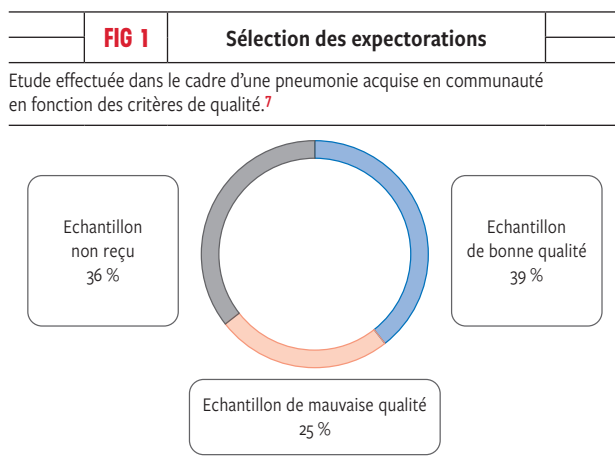
sans suspicion d'infection. En effet, la présence de germes y est la règle en raison d'un terrain peu vascularisé et exposé au microbiote cutané voisin.<sup>1-3</sup> L'infection représente ainsi la conséquence finale d'une succession d'étapes difficiles à distinguer cliniquement. Il s'agit des phases successives de contamination de la plaie (adhésion de bactéries sur la surface observée), de colonisation de la plaie (prolifération bactérienne sans dommage tissulaire), puis d'une phase dite de colonisation critique (déclenchement d'une réponse immune pouvant retarder la cicatrisation). L'infection peut être masquée par une clinique discrète ou présenter des signes particuliers propres aux infections chroniques de plaies (plaie malodorante, érythémateuse ou décolorée, tissu de granulation friable, induration ou douleurs, retard ou absence de cicatrisation...).<sup>4</sup> Dans ces conditions, une culture se révèle nécessaire: l'examen bactériologique fournit des informations qualitatives telles que l'identification du probable pathogène et sa sensibilité aux antibiotiques, ainsi que des informations semi-quantitatives telles que l'évolution de la charge bactérienne locale.<sup>2</sup> Notons toutefois que ces informations sont extrêmement dépendantes de la qualité du prélèvement.

Les cultures de frottis possèdent une bonne sensibilité, estimée à 98%, et une bonne corrélation avec des méthodes plus invasives telles que les biopsies.<sup>2,4</sup> Cependant, ces tests sont fréquemment contaminés par les germes colonisant ces plaies, ce qui en limite la valeur clinique.<sup>4</sup> Il est donc déconseillé d'effectuer des frottis de plaie en routine, sans indicateurs cliniques faisant suspecter une infection.<sup>4</sup> Une plaie suspecte d'infection, ou qui ne montre pas d'évolution favorable en dépit d'une prise en charge optimale<sup>2,4,5</sup> doit par contre motiver un examen microbiologique par un frottis de plaie profond avec si possible prélèvement de pus, ceci afin d'y collecter les germes les plus représentatifs.<sup>5</sup>

## CULTURE D'EXPECTORATION

Le diagnostic microbiologique des pneumonies repose essentiellement sur les cultures d'expectorations en raison de leur accessibilité ainsi que la qualité de l'information diagnostique et pronostique apportée par un prélèvement de qualité. Ces échantillons permettent ainsi de guider le type et la durée d'une antibiothérapie. Dans le diagnostic d'une pneumonie bactérienne, la sensibilité de la coloration de Gram peu varier de 10<sup>6</sup> à 57%.<sup>7</sup> Cette sensibilité reste néanmoins influencée par d'autres facteurs, tels qu'une absence d'échantillon adéquat, due pour un tiers des cas à une impossibilité d'expectorer<sup>8-10</sup> ou à des critères de qualité définissant les expectorations interprétables, ainsi que l'exposition à une antibiothérapie préalable.

Les critères de qualité rejettent environ 39-63% des expectorations d'après leur quantité de cellules épithéliales et de



polymorphonucléaires neutrophiles.<sup>7,8</sup> La **figure 1** illustre la sélection des expectorations en fonction des critères mentionnés ci-dessus, chez 533 patients hospitalisés pour une pneumonie acquise en communauté. La sensibilité des colorations de Gram et des cultures est inversement proportionnelle à la durée d'une antibiothérapie préalable et n'est comprise pour les expectorations de bonne qualité qu'entre 14 et 29% après le premier jour d'antibiothérapie.<sup>9</sup> La spécificité est également diminuée par la présence de contaminants provenant des voies aériennes supérieures.<sup>8,9</sup> La valeur diagnostique des expectorations est néanmoins suffisante pour que leur prélèvement soit recommandé par la Société allemande de pneumologie en 2016 dans un délai de 2 à 4 heures lors d'une pneumonie acquise en communauté de grade moyen à sévère, nécessitant une hospitalisation.<sup>11</sup> Ce prélèvement est également indiqué suite à une clinique évoquant une infection sévère, chez tout patient incapable de subir un prélèvement invasif par lavage bronchoalvéolaire. Cependant, en raison du rejet fréquent des expectorations de mauvaise qualité et de la diminution rapide de leur sensibilité suite à l'initiation d'une antibiothérapie, les expectorations induites doivent être préférentiellement utilisées chez les patients ayant des difficultés à expectorer ou bien dans certaines pathologies telles que la pneumonie tuberculeuse<sup>12</sup> ou la pneumonie à *Pneumocystis jirovecii*.<sup>13</sup>

## SURUTILISATION DES HÉMOCULTURES EN MILIEU HOSPITALIER

Les hémocultures sont l'étalon or du diagnostic microbiologique pour la plupart des infections bactériennes et fongiques invasives. Une utilisation croissante<sup>14</sup> des hémocultures, avec une positivité globale à 4-7%, dont une partie représente des contaminants,<sup>15</sup> est alimentée par la mortalité élevée des bactériémies. Il est donc nécessaire de réévaluer les facteurs améliorant les performances du test ainsi que les indications diagnostiques et thérapeutiques des hémocultures pour faciliter leur interprétation et optimiser leur usage.<sup>16</sup>

### Prélèvement des hémocultures

Le rendement des hémocultures varie en fonction du volume prélevé, de la charge bactérienne dans le sang, de l'administration préalable d'antibiotiques et du caractère intermittent de la bactériémie. Afin d'augmenter la sensibilité des hémocultures,

il est conseillé d'effectuer le prélèvement avant tout antibiotique.<sup>17</sup> La prise d'une seule paire d'hémocultures est à proscrire<sup>18</sup> en raison d'un volume de sang prélevé trop faible. Le dogme en vigueur est de prélever deux paires d'hémocultures par ponction veineuse à 30 minutes d'intervalle sur deux sites distincts.<sup>19</sup> Toutefois, certains auteurs remettent en question ce dogme<sup>20</sup> et suggèrent que dans la majorité des cas (excepté l'endocardite), un prélèvement simultané contenant idéalement 2-3 paires de flacons (35-42 ml de sang au total) est suffisant, permettant de diminuer le risque de contamination en optimisant les ressources ainsi que la charge de travail.<sup>17,21</sup> Cette stratégie permettrait même d'augmenter la spécificité afin de diagnostiquer une « vraie » bactériémie par rapport à une stratégie prélevant 3 échantillons séquentiellement.<sup>20</sup>

### Rendement diagnostique des hémocultures

L'utilité diagnostique des hémocultures varie en fonction de la source infectieuse. Elle est faible lors d'une leucocytose ou d'une fièvre isolée<sup>15</sup> et en l'absence de signe d'inflammation locale sur le site d'insertion du matériel intraveineux ou bien sans clinique suggestive d'une bactériémie ou d'une fongémie.<sup>22</sup> Un score clinique sensible (0,97; IC 95%: 0,94-1) mais peu spécifique (0,29; IC 95%: 0,26-0,31) a été développé par Shapiro et coll.<sup>23</sup> (**tableau 1**) pour évaluer la probabilité de diagnostiquer une vraie bactériémie. Ce score recommande au minimum deux paires d'hémocultures dès qu'un critère majeur ou deux mineurs sont présents. Il est toutefois rarement utilisé en clinique. En cas de rendement diagnostique faible, les hémocultures peuvent isoler des bactéries ne se trouvant pas dans le sang mais présentes par erreur durant l'échantillonnage, entraînant des hémocultures supplémentaires, des traitements antibiotiques inutiles, des hospitalisations prolongées et une augmentation des coûts.<sup>15,17,18</sup> Des algorithmes ont été développés afin d'améliorer l'interprétation des hémocultures. Les principaux critères discriminants seraient, selon Weinstein et Doern, l'état clinique du patient (fièvre, leucocytose...) ainsi que l'identité du germe (**tableau 2**) et le nombre de paires d'hémocultures positives.<sup>21</sup> Le temps de positivité d'une hémoculture ainsi que le nombre d'hémocultures positives venant d'une même ponction ne sont pas utilisés dans cette interprétation à cause de leur faible valeur prédictive positive.<sup>21,24</sup>

### Utilité thérapeutique

L'utilité thérapeutique est parfois discutable. En cas d'infections urinaires basses et hautes non compliquées chez la femme non enceinte, une absence d'impact thérapeutique ainsi qu'une forte concordance entre les cultures d'urine et les

**TABLEAU 1** Score clinique de Shapiro

Score prédictif pour une bactériémie <sup>23</sup>	
Critères majeurs	Critères mineurs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suspicion d'endocardite</li> <li>• Température &gt; 39,4 °C</li> <li>• Cathéter intraveineux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Température 38,3-39,3 °C</li> <li>• Age &gt; 65 ans</li> <li>• Frissons</li> <li>• Vomissements</li> <li>• TAS &lt; 90 mmHg</li> <li>• Leucocytes &gt; 18 000/mm<sup>3</sup></li> <li>• Pourcentage de neutrophiles non segmentés &gt; 5%</li> <li>• Plaquettes &lt; 150 000/mm<sup>3</sup></li> <li>• Créatinine &gt; 177 µmol/l</li> </ul>

**TABLEAU 2** Germes prédictifs d'une bactériémie cliniquement significative<sup>41,42</sup>

\* Les staphylocoques coagulases négatifs et les streptocoques du groupe viridans sont cliniquement importants dans les infections de matériel intraveineux et de prothèses et doivent être considérés.<sup>42</sup>

Rares prédicteurs d'une bactériémie	Forts prédicteurs d'une bactériémie ou fongémie
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Propionibacterium acnes</i></li> <li>• <i>Micrococcus</i> spp.</li> <li>• Streptocoques du groupe viridans*</li> <li>• <i>Corynebacterium</i> spp.</li> <li>• <i>Bacillus</i> spp. (sauf <i>Bacillus anthracis</i>)</li> <li>• Staphylocoques coagulase négatifs*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Staphylococcus aureus</i></li> <li>• <i>Streptococcus pneumoniae</i></li> <li>• Enterobacteriaceae (<i>E. coli</i>, etc)</li> <li>• <i>Pseudomonas aeruginosa</i></li> <li>• <i>Candida albicans</i> (et autres <i>Candida</i> spp.)</li> <li>• <i>Streptococcus pyogenes</i></li> <li>• <i>Streptococcus agalactiae</i></li> <li>• <i>Listeria monocytogenes</i></li> <li>• <i>Neisseria meningitidis</i></li> <li>• <i>Neisseria gonorrhoeae</i></li> <li>• <i>Haemophilus influenza</i></li> <li>• <i>Bacteroides fragilis</i> group</li> <li>• <i>Cryptococcus neoformans</i></li> </ul>

**TABLEAU 3** Prélèvement des hémocultures dans le cas d'une endocardite<sup>43</sup>

Diagnostic microbiologique	Suivi microbiologique
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 3 hémocultures (10 ml chacune) espacées de ≥ 30 minutes</li> <li>• ≥ 2 hémocultures espacées de ≥ 12 heures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D'autres hémocultures à 48 h-72 heures dans un but thérapeutique et pronostique</li> </ul>

hémocultures (97,6%) permettent de les éviter.<sup>25,26</sup> Le traitement empirique d'une cellulite en l'absence de comorbidités significatives ainsi que des pneumonies non sévères acquises en communauté<sup>26,27</sup> est basé sur la prévalence des principaux pathogènes ainsi que sur les résistances bactériennes locales et n'est donc pas influencé par les résultats d'une hémoculture.

**Hémocultures de suivi**

Des facteurs tels que la nature du germe (*Staphylococcus aureus*, *Candida* spp.) ou la source infectieuse (endovasculaire) sont prédictifs d'une bactériémie persistante. Au contraire, le rendement diagnostique entre 2 et 7 jours sera particulièrement faible pour les bactériémies à Gram négatif ainsi que les streptocoques β-hémolytiques.<sup>28</sup> Une hémoculture de contrôle n'est actuellement recommandée que dans le contexte de bactériémie à *S. aureus* et de la candidémie ainsi que pour le suivi des endocardites infectieuses (tableau 3),<sup>28</sup> mais reste un bon réflexe lors d'un nouvel épisode septique, d'une fièvre d'apparition nouvelle, d'un changement dans le profil de la fièvre ou de répercussions hémodynamiques.<sup>29</sup> Si possible, il est toutefois indiqué, avant chaque hémoculture de contrôle, d'attendre les résultats d'une hémoculture antérieure à l'antibiothérapie. Un premier résultat négatif permet de prédire une prochaine hémoculture négative ou bien contaminée.<sup>30</sup>

**CULTURES D'URINE CHEZ UN PATIENT PORTEUR D'UNE SONDE**

Les infections urinaires sont les infections nosocomiales les plus fréquentes et la majorité d'entre elles se présentent dans

**TABLEAU 4** Critères diagnostiques pour une infection urinaire chez un patient sondé<sup>32</sup>

Critères cliniques (au moins 1 symptôme)		Critères microbiologiques
En présence de la sonde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fièvre &gt; 38 °C</li> <li>• Sensibilité suprapubienne</li> <li>• Douleur sur l'angle costo-vertébral</li> </ul>	Maximum de deux germes avec une quantité minimale pour l'un d'entre eux supérieure ou égale à 10E5 UFC/ml (unités formant des colonies)
Une fois la sonde enlevée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dysurie</li> <li>• Pollakiurie</li> <li>• Urgenturie</li> </ul>	

un contexte de sonde urinaire.<sup>31</sup> Leur diagnostic est difficile en raison d'une sensibilité faible, voire absente de la clinique classique d'une infection urinaire, ainsi que d'une faible spécificité des examens complémentaires, comme la leucocyturie, connues pour une infection urinaire. Une infection urinaire est dite liée à une sonde urinaire lorsque celle-ci est en place depuis plus de deux jours, mais également présente le jour ou la veille de l'infection.<sup>32</sup> Une infection urinaire chez un patient sondé est ensuite différenciée d'une bactériurie asymptomatique par des critères cliniques et microbiologiques (tableau 4). A noter que ces définitions sont souvent utilisées pour la surveillance, mais leurs seuils ne sont pas basés sur une forte évidence. Les cultures urinaires doivent donc être prescrites sur la base de ces symptômes urinaires afin de guider l'antibiothérapie. Dans la réalité clinique, le diagnostic d'infection urinaire peut être difficile (par exemple, patient avec état fébrile isolé et sonde urinaire) et le surtraitement antibiotique est fréquent.

En revanche, le traitement et donc la recherche d'une bactériurie asymptomatique ne sont pas recommandés, sauf en cas de grossesse, suite à une greffe rénale ou d'opération urologique prévue, en raison d'un risque de saignement de la muqueuse.<sup>31</sup> La présence d'une urine malodorante ou mousseuse, d'une pyurie ou bien une leucocytose isolée ne sont pas suffisantes pour discriminer une bactériurie d'une infection urinaire et ne doivent donc pas justifier une culture urinaire.<sup>33</sup> Comme il est difficile de collecter l'urine pour les cultures après avoir retiré la sonde urinaire, il est conseillé malgré des controverses d'effectuer le retrait de cette dernière peu après avoir diagnostiqué l'infection urinaire.

**CULTURES DE SELLES DANS UN CONTEXTE DE DIARRHÉE NOSOCOMIALE**

L'indication des cultures de selles dans le contexte de diarrhées nosocomiales aiguës doit également être réévaluée. Ces dernières recherchent les bactéries entériques retrouvées en communauté (*Campylobacter* spp., *Salmonella enterica*, *Yersinia* spp., *Shigella* spp.).<sup>34</sup> Or la prévalence de ces germes est plus faible chez les patients hospitalisés, surtout en Suisse (2,6-6,1%),<sup>35</sup> voire négligeable après 3 jours d'hospitalisation (0,5%).<sup>36</sup> Le rendement des cultures de selles est évalué à 1-9% dont 64,6-82,5% envoyés 3 jours après l'admission des patients.<sup>36-38</sup> Enfin, d'après Le Guern et coll., sur 13039 cultures de selles récoltées dans un hôpital universitaire français pendant 5 ans, seuls 0,3-0,7% se sont révélées positives après trois jours d'hospitalisation.<sup>36</sup>

TABLEAU 5

Critères sélectifs modifiés de  
Bauer pour une diarrhée  
nosocomiale aiguë<sup>34,36</sup>

<b>Critères d'inclusion</b>	Tout patient hospitalisé présentant des diarrhées aiguës d'apparition nouvelle, 72 heures après son hospitalisation	
<b>Critères d'exclusion (au moins un critère)</b>	Neutropénie inférieure à 0,5 x 10 <sup>9</sup> /l	
	Une infection VIH	
	Suspicion d'une manifestation non diarrhéique d'une infection entérique (érythème noueux, lymphadénite mésentérique, polyarthrite, pyrexie d'origine inconnue)	
	Age > 65 ans	Comorbidités significatives causant l'altération fonctionnelle permanente d'un organe
	Age < 16 ans	Une ou plusieurs comorbidités significatives causant une dysfonction organique permanente
		Prématurés < 36 semaines
Chimiothérapie dans le contexte d'un cancer (via la progression d'une colonisation asymptomatique ou bien par une mucosité et une immunosuppression)		
Suspicion d'épidémie nosocomiale		

Un principe microbiologique fut donc développé, évalué en 2001,<sup>34</sup> et adopté dans plusieurs hôpitaux en Suisse: les cultures de selles classiques dans le contexte de diarrhées nosocomiales aiguës doivent donc être abandonnées. Cette règle a ensuite été modifiée pour favoriser l'inclusion des enfants,<sup>34</sup> puis pour l'adapter aux patients subissant une chimiothérapie (tableau 5).<sup>36</sup> D'après Le Guern et coll., cette règle permettrait de rejeter 7830 sur 13039 cultures de selles analysées à l'Hôpital universitaire de Lille, en France (60%), soit l'équivalent d'une économie de 12500 €/an,<sup>36</sup> sans conséquence pour le patient. Il est cependant nécessaire d'être attentif à un potentiel retard de diagnostic en cas d'épidémies nosocomiales,<sup>39</sup> heureusement rares grâce à l'hygiène hospitalière.<sup>36</sup> Les diarrhées persistant après 7 jours d'hospitalisation doivent suggérer une origine parasitaire (*Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Cyclospora* spp., *Isoospora belli*) surtout en cas de patient immunosupprimé ou plus spécifiquement *Microporida* et *M. avium complex* si le patient est VIH positif.<sup>40</sup>

**Conflit d'intérêts:** Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

## IMPLICATIONS PRATIQUES

- Le contexte clinique est important: n'effectuer des tests microbiologiques que si la clinique suggère une infection, ou en l'absence d'évolution favorable en dépit d'une prise en charge optimale. Des scores sont établis pour prédire une vraie bactériémie ou une infection urinaire chez un patient sondé et peuvent supporter nos décisions dans le quotidien
- Pour le prélèvement des tests microbiologiques: dans la mesure du possible, il est nécessaire de repousser le traitement antibiotique après le prélèvement des tests microbiologiques. Pour les hémocultures, il est recommandé de privilégier les ponctions veineuses et de prélever 2-3 paires. Les critères de Weinstein et Doern peuvent nous aider à discriminer les contaminants des vraies bactériémies
- Pour les cultures de selles pour des diarrhées aiguës nosocomiales: après 3 jours d'hospitalisation, en dehors de cas particuliers décrits, la culture de selles pour une diarrhée aiguë n'est pas recommandée

## STRATEGIE DE RECHERCHE ET CRITERES DE SELECTION

- Les données utilisées pour cette revue ont été identifiées par une recherche Medline des articles publiés en anglais ou en français depuis 1990 dans le domaine des maladies infectieuses, de la microbiologie et de la pneumologie. Les articles ont été inclus dans la liste des références s'ils présentaient une approche originale pour chacune des sections principales de la revue ou couvraient les sujets suivants: les frottis superficiels lors des infections de plaie, les expectorations spontanées et induites dans le diagnostic et la prise en charge des pneumonies acquises en communauté et tuberculeuses, le rendement ainsi que l'utilité diagnostique et thérapeutique des hémocultures, les infections urinaires chez des patients sondés et finalement, les diarrhées nosocomiales aiguës. En raison de l'étendue du sujet, les mots clés utilisés sont divers et comprennent: «abuse», «overuse», «misuse», «useless», «microbiological test», «diagnostic», «superficial swab», «wound infection», «spontaneous sputum», «induced sputum», «pneumonia», «blood culture», «contaminant», «diarrhea», «stool culture».

1 Gottrup F. Oxygen in Wound Healing and Infection. *World J Surg* 2004;28:312-5.  
 2 Bowler PG, Duerden BI, Armstrong DG. Wound microbiology and associated approaches to wound management. *Clin Microbiol Rev* 2001;14:244-69.  
 3 Bertesteau S, Triaridis S, Stankovic M, et al. Polymicrobial wound infections: pathophysiology and current therapeutic approaches. *Int J Pharm* 2014;463:119-26.  
 4 Bonham PA. Swab cultures for diagnosing wound infections: a literature review and clinical guideline. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 2009;36:389-95.  
 5 Healy B, Freedman A. Infections. *BMJ* 2006;332:838-41.  
 6 Bartlett JG. Diagnostic tests for agents of community-acquired pneumonia. *Clin Infect Dis* 2011;52:S296-304.  
 7 Rosón B1, Carratalà J, Verdager R, et

al. Prospective study of the usefulness of Sputum Gram stain in the initial approach to community-acquired pneumonia requiring hospitalization. *Clin Infect Dis* 2000;31:869-74.  
 8 \* Anevlavis S, Petroglou N, Tzavaras A, et al. A prospective study of the diagnostic utility of sputum Gram stain in pneumonia. *J Infect* 2009;59:83-9.  
 9 Musher DM, Montoya R, Wanahita A. Diagnostic value of microscopic examination of Gram-stained sputum and sputum cultures in patients with bacteremic pneumococcal pneumonia. *Clin Infect Dis* 2004;39:165-9.  
 10 Russell CD, Koch O, Laurenson IF, et al. Diagnosis and features of hospital-acquired pneumonia: a retrospective cohort study. *J Hosp Infect* 2016;92:273-9.  
 11 Ewig S, Höffken G, Kern WV, et al. Behandlung von erwachsenen Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie

und Prävention – Update 2016. *Pneumologie* 2016;70:151-200.  
 12 Al Zahrani K, Al Jahdali H, Poirier L, et al. Yield of smear, culture and amplification tests from repeated sputum induction for the diagnosis of pulmonary tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001;5:855-60.  
 13 Azoulay E, Bergeron A, Chevret S, et al. Polymerase chain reaction for diagnosing pneumocystis pneumonia in non-HIV immunocompromised patients with pulmonary infiltrates. *Chest* 2009;135:655-61.  
 14 \* McCaig LF, McDonald LC, Cohen AL, Kuehnert MJ. Increasing blood culture use at US hospital emergency department visits, 2001 to 2004. *Ann Emerg Med* 2007;50:42-8.  
 15 Coburn B, Morris AM, Tomlinson G, Detsky AS. Does this adult patient with suspected bacteremia require blood

cultures? *JAMA* 2012;308:502-11.  
 16 Howie N, Gerstenmaier JF, Munro PT. Do peripheral blood cultures taken in the emergency department influence clinical management? *Emerg Med J EMJ* 2007;24:213-4.  
 17 Lamy B, Roy P, Carret G, et al. What is the relevance of obtaining multiple blood samples for culture? A comprehensive model to optimize the strategy for diagnosing bacteremia. *Clin Infect Dis* 2002;35:842-50.  
 18 Baron EJ, Miller JM, Weinstein MP, et al. A guide to utilization of the microbiology laboratory for diagnosis of infectious diseases: 2013 recommendations by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM) a. *Clin Infect Dis* 2013;57:e22-121.  
 19 Weinstein MP. Current blood culture methods and systems: clinical concepts,

- technology, and interpretation of results. *Clin Infect Dis* 1996;23:40-6.
- 20 \* Lamy B, Dargère S, Arendrup MC, et al. How to optimize the use of blood cultures for the diagnosis of bloodstream infections? A state-of-the art. *front microbiol* (Internet) 2016 (last accessed cited 2017 Jan 19); 7. Available from: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4863885/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4863885/)
- 21 Weinstein MP, Doern GV. A critical appraisal of the role of the clinical microbiology laboratory in the diagnosis of bloodstream infections. *J Clin Microbiol* 2011;49(Suppl.9):S26-9.
- 22 Safdar N, Fine JP, Maki DG. Meta-analysis: methods for diagnosing intravascular device-related bloodstream infection. *Ann Intern Med* 2005;142:451-66.
- 23 Shapiro NI, Wolfe RE, Wright SB, et al. Who needs a blood culture? A prospectively derived and validated prediction rule. *J Emerg Med* 2008;35:255-64.
- 24 Mirrett S, Weinstein MP, Reimer LG, et al. Relevance of the number of positive bottles in determining clinical significance of coagulase-negative Staphylococci in blood cultures. *J Clin Microbiol* 2001;39:3279-81.
- 25 Velasco M, Martínez JA, Moreno-Martínez A, et al. Blood cultures for women with uncomplicated acute pyelonephritis: are they necessary? *Clin Infect Dis* 2003;37:1127-30.
- 26 \* Long B, Koyfman A. Best clinical practice: blood culture utility in the emergency department. *J Emerg Med* 2016;51:529-39.
- 27 Campbell SG, Marrie TJ, Anstey R, et al. The contribution of blood cultures to the clinical management of adult patients admitted to the hospital with community-acquired pneumonia: a prospective observational study. *Chest* 2003;123:1142-50.
- 28 Wiggers JB, Xiong W, Daneman N. Sending repeat cultures: is there a role in the management of bacteremic episodes? (SCRIBE study). *BMC Infect Dis* 2016;16:286.
- 29 Tabriz MS, Riederer K, Baran J, Khatib R. Repeating blood cultures during hospital stay: practice pattern at a teaching hospital and a proposal for guidelines. *Clin Microbiol Infect* 2004;10:624-7.
- 30 Grace CJ, Lieberman J, Pierce K, Littenberg B. Usefulness of blood culture for hospitalized patients who are receiving antibiotic therapy. *Clin Infect Dis* 2001;32:1651-5.
- 31 Trautner BW. Management of catheter-associated urinary tract infection (CAUTI). *Curr Opin Infect Dis* 2010;23:76-82.
- 32 CDC. Urinary tract infection (Catheter-associated urinary tract infection (CAUTI) and non-catheter-associated urinary tract infection (UTI)) and other urinary system infection (USI) events. 2017.
- 33 Hooton TM, Bradley SF, Cardenas DD, et al. Diagnosis, prevention, and treatment of catheter-associated urinary tract infection in adults: 2009 International clinical practice guidelines from the Infectious diseases society of America. *Clin Infect Dis* 2010;50:625-63.
- 34 Seyler L, Lalvani A, Collins L, et al. Safety and cost savings of an improved three-day rule for stool culture in hospitalised children and adults. *J Hosp Infect* 2007;67:121-6.
- 35 Rohner P, Pittet D, Pepey B, et al. Etiological agents of infectious diarrhea: implications for requests for microbial culture. *J Clin Microbiol* 1997;35:1427-32.
- 36 \* Le Guern R, Loïez C, Grandbastien B, et al. Performance of stool cultures before and after a 3-day hospitalization: fewer cultures, better for patients and for money. *Diagn Microbiol Infect Dis* 2013;77:5-7.
- 37 Bauer TM, Lalvani A, Fehrenbach J, et al. Derivation and validation of guidelines for stool cultures for enteropathogenic bacteria other than *Clostridium difficile* in hospitalized adults. *JAMA* 2001;285:313-9.
- 38 Hänscheid T, Cristino JM, Salgado MJ. Feasibility of introducing rejection criteria for stool cultures in a teaching hospital in Portugal. *Clin Microbiol Infect* 2002;8:118-21.
- 39 Bruins MJ, Fernandes TMA, Ruijs GJHM, et al. Detection of a nosocomial outbreak of salmonellosis may be delayed by application of a protocol for rejection of stool cultures. *J Hosp Infect* 2003;54:93-8.
- 40 Guerrant RL, Gilder TV, Steiner TS, et al. Practice guidelines for the management of infectious diarrhea. *Clin Infect Dis* 2001;32:331-51.
- 41 Dawson S. Blood culture contaminants. *J Hosp Infect* 2014;87:1-10.
- 42 Weinstein MP. Blood culture contamination: persisting problems and partial progress. *J Clin Microbiol* 2003;41:2275-8.
- 43 Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The task force for the management of infective endocarditis of the European society of cardiology (ESC) endorsed by: European association for cardio-thoracic surgery (EACTS), the European association of nuclear medicine (EANM). *Eur Heart J* 2015;36:3075-128.

\* à lire  
\*\* à lire absolument