

I. INTRODUCTION

Dans cette leçon, vous allez enregistrer votre pression sanguine, qui comprend deux valeurs: la pression systolique (la force du sang dans vos artères lorsque le cœur se contracte et expulse le sang) et la pression diastolique (la force du sang entre deux battements de cœur). Comprendre la circulation vous aidera à comprendre et à bien mesurer la pression sanguine.

La circulation sanguine constitue un système de communication et de transport entre les cellules du corps et permet de maintenir un environnement interne relativement stable pour une activité cellulaire optimum. Le sang circule parce qu'il est pompé par le cœur à travers les vaisseaux sanguins (Fig. 16.1 et 16.2).

Le flux sanguin à travers le cœur et les vaisseaux est unidirectionnel, rentrant dans le cœur par les veines pulmonaires et systémiques, et en sortant par les artères pulmonaires et systémiques.

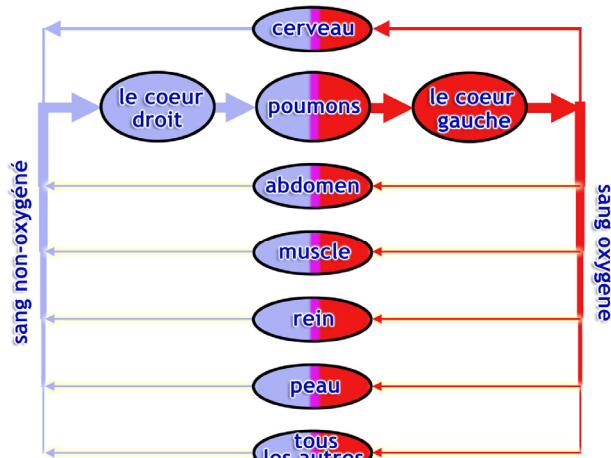


Fig. 16.1

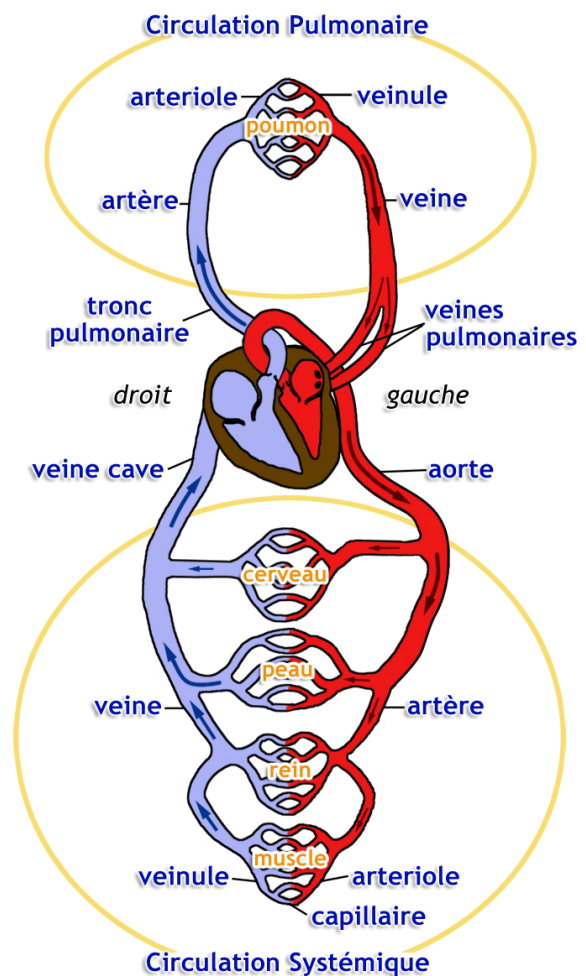


Fig. 16.2

Le sang circule à travers les cavités du cœur de façon unidirectionnelle du fait de l'action de quatre valves à l'intérieur du cœur (Fig. 16.3) qui empêchent le retour du flux sanguin pendant le cycle cardiaque (un battement de cœur).

- ❖ La **valve auriculo-ventriculaire droite** (tricuspide) et la **valve auriculo-ventriculaire gauche** (bicuspide ou mitrale) empêchent le retour du flux sanguin des ventricles vers les oreillettes.
- ❖ La **valve sigmoïdale pulmonaire** et la **valve sigmoïdale aortique** préviennent le retour du flux sanguin des artères vers les ventricules.

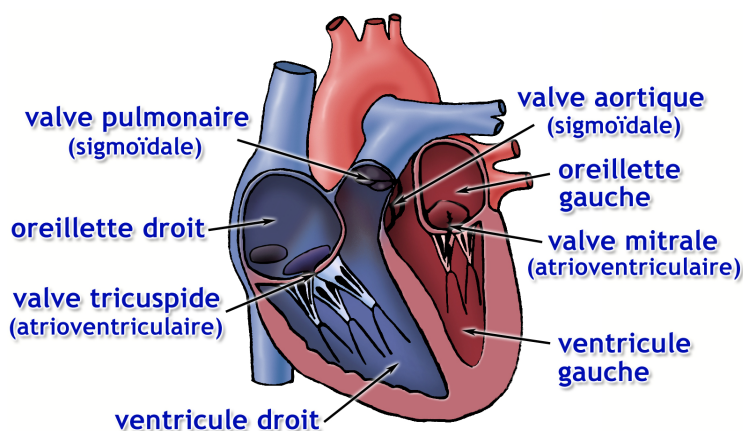
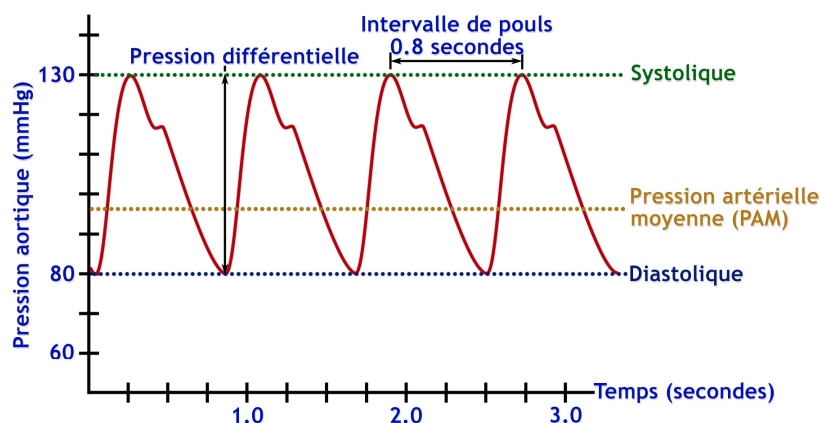


Fig. 16.3 Valves cardiaques

Les ventricules sont les chambres de pompage primaires du cœur. Pendant la relaxation des ventricules (**diastole ventriculaire**), les valves auriculo-ventriculaires s'ouvrent et les valves sigmoïdes se ferment, permettant aux ventricules de se remplir de sang. Pendant la contraction des ventricules (**systole ventriculaire**), les valves auriculo-ventriculaires se ferment et les valves sigmoïdes s'ouvrent, permettant aux ventricules d'expulser le sang dans les artères.

Pendant que le cœur effectue un cycle, les ventricules se relaxent et se remplissent de sang, puis se contractent et éjectent le sang, puis se répète le cycle de remplissage et d'expulsion. Du fait de la nature du cycle cardiaque, l'expulsion du sang dans les artères par les ventricules n'est pas continue, au contraire elle s'effectue de façon périodique, augmentant pendant la systole ventriculaire et diminuant pendant la diastole ventriculaire.

La Fig. 16.4 représente les changements de la pression artérielle dans la circulation générale mesurée directement par insertion d'un cathéter relié à un capteur de pression.



Pression différentielle (mmHg) = Pression systolique - Pression diastolique

Pression artérielle moyenne (PAM) (mmHg) = $\frac{1}{3}(\text{pression différentielle}) + \text{Pression diastolique}$

Fréquence cardiaque (BPM) = $60 \text{ secondes/minutes} \div \text{Intervalle de pouls (secondes/battement)}$

Fig. 16.4 Exemple de changements de la pression artérielle systémique

La **pression systolique** est la plus haute pression artérielle atteinte lors de la systole ventriculaire; elle est de l'ordre de 100-139 mm Hg pour un adulte.

La **pression diastolique** est la plus basse pression artérielle atteinte lors de la diastole ventriculaire; elle est de l'ordre de 60-89 mm Hg pour un adulte.

La différence mathématique entre ces deux pressions est appelée **pression différentielle**. Cette pression est proportionnelle au volume cardiaque et inversement proportionnelle au rythme cardiaque et à la résistance périphérique.

- ❖ Par exemple, quand le volume de sang éjecté lors d'un cycle cardiaque (**volume cardiaque**) augmente au début d'un exercice, la pression systolique augmente plus que la pression diastolique, d'où une augmentation de la pression de pulsation.

Dans la circulation générale (cf. Fig. 16.2), le sang va du ventricule gauche vers les artères générales, puis passe dans les artérioles, les vaisseaux capillaires, les veinules et enfin les veines avant de retourner au cœur pour être pompé dans le système pulmonaire. Le flux à travers un circuit fermé comme la circulation générale est déterminé par l'énergie de la pression due au flux, par la résistance au flux de la paroi des vaisseaux (frottement) et par la viscosité intrinsèque du sang.

La relation entre le flux (F), la pression (P) entraînant le flux et la résistance (R) au flux est donnée par: **$F = P/R$**

Le flux est exprimé en litres/minute, la pression en **mm Hg (torr)** et la résistance en unité de résistance périphérique.

La pression (P) n'est ni la pression systolique ni la pression diastolique mais plutôt une pression intermédiaire, appelée **pression artérielle moyenne (PAM)**. La pression artérielle efficace convertit la pression de pulsation en une pression continue qui détermine le niveau moyen de flux sanguin entre le début du circuit (ventricule gauche) à la fin du circuit (oreillette droite).

Pendant le cycle cardiaque, soit un battement de cœur, le ventricule passe beaucoup plus de temps en diastole qu'en systole. De fait, la pression artérielle moyenne n'est pas la moyenne mathématique des pressions systolique et diastolique, mais plutôt une approximation de sa signification géométrique. La pression artérielle moyenne peut être calculée par les deux équations suivantes:

$$PAM = \frac{\text{pression de pulsation}}{3} + \text{pression diastolique} \quad \text{OU} \quad PAM = \frac{\text{pression systolique} + 2 \text{ pression diastolique}}{3}$$

Si la pression systolique est de 130 mm Hg et la pression diastolique de 80 mm Hg, la pression artérielle moyenne est alors de 96.67 mm Hg:

$$PAM = \frac{50}{3} + 80 = 16.67 + 80 = 96.67 \text{ mm Hg} \quad \text{OU} \quad PAM = \frac{(130 + 2(80))}{3} = \frac{(130 + 160)}{3} = \frac{290}{3} = 96.67 \text{ mm Hg}$$

CONCEPT IMPORTANT!

La pression artérielle systémique est usuellement mesurée de façon indirecte, les méthodes directes étant invasives et difficiles à mettre en œuvre de façon systématique. Il est cependant important de connaître les limitations des mesures indirectes:

- ❖ Les méthodes indirectes ne peuvent donner qu'une approximation de la pression sanguine réelle.
- ❖ Les méthodes indirectes peuvent être influencées par la personne effectuant les mesures – par exemple, la personne peut ne pas entendre parfaitement les changements sonores.
- ❖ Les méthodes indirectes peuvent être influencées par la qualité et la calibration de l'équipement utilisé.

La méthode indirecte la plus courante de mesure de la pression artérielle systémique est une méthode auscultatoire, c'est-à-dire tout simplement un diagnostic établi par l'écoute externe des sons émis par les organes internes. Cela implique l'utilisation d'un stéthoscope et d'un tensiomètre. Le tensiomètre comprend un brassard gonflable pour restreindre le flux sanguin, une poire de gonflage avec valve de relargage, une jauge de pression (qui peut être un manomètre à mercure ou mécanique ou une jauge à l'écran). Le stéthoscope BIOPAC inclut un microphone qui capte les sons passant dans le tube. Le microphone est très sensible et peut capter des sons qui peuvent ne pas être entendus. Il est utile de comparer les sons entendus à ceux enregistrés par le microphone.

Les sons détectés lors de la mesure de la pression sanguine sont appelés **sons de Korotkoff** et ont été identifiés par le chirurgien russe Nicolai Sergeivich Korotkoff en 1905.

La pression artérielle est déterminée en plaçant autour du bras un brassard gonflable relié à une jauge de pression, que l'on gonfle pour bloquer l'artère, et écouter le vaisseau sous le brassard par l'intermédiaire du stéthoscope ou du microphone (Fig. 16.5).

Le son est dû au flux turbulent à travers le vaisseau comprimé. Quand la pression dans le brassard dépasse la pression systolique, l'artère est bloquée, le flux sanguin dans l'artère cesse, et donc plus aucun son n'est produit. Alors que la pression dans le brassard diminue doucement, le flux sanguin redémarre dès que la pression dans le brassard passe sous le niveau de la pression systolique.

A ce moment, un son bref et martelé (le premier son de **Korotkoff**) peut être entendu au stéthoscope. La pression du brassard à cet instant est considérée comme une approximation de la pression systolique.

Alors que la pression dans le brassard continue à diminuer, le son augmente en intensité (et peut ressembler à un sifflement), puis soudain s'assourdit (c'est le deuxième son de Korotkoff) au niveau de la diastole, puis disparaît. Le son disparaît quand le vaisseau n'est plus comprimé sous l'effet de la pression dans le brassard et qu'un flux sanguin normal non turbulent est rétabli.

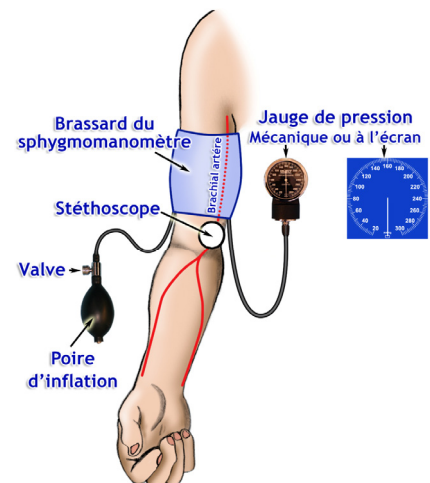


Fig. 16.5 Position du brassard

Comme il est plus facile de déterminer quand le son disparaît que quand il devient sourd, et comme seul quelques millimètres de mercure de pression séparent ces deux événements, la disparition du son est l'indicateur usuellement utilisé de la pression diastolique.

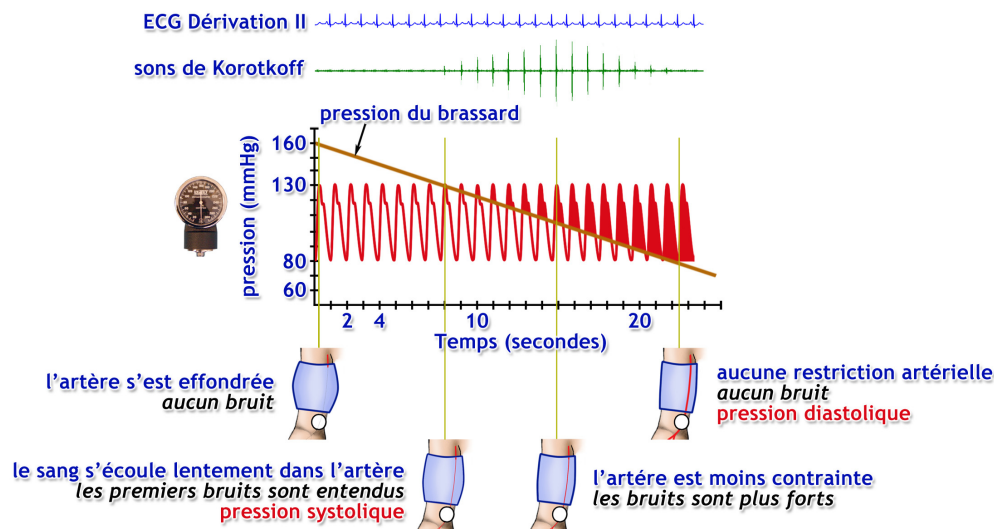


Fig. 16.6

La Figure 16.6 (ci-dessus) résume graphiquement ce concept. Ce diagramme montre la relation temporelle entre la forme de l'ECG, les sons de Korotkoff, la pression du brassard, l'évolution de la pression différentielle dans le bras et l'état de l'artère brachiale sous le brassard. La pulsation périodique représente la pression brachiale sous le brassard. La partie ombrée de la pression aortique représente le flux sanguin qui s'établit dès que la pression aortique excède la pression du brassard.

Un des concepts à bien examiner est la relation entre l'évolution temporelle des sons de Korotkoff et la forme de l'ECG. Le son apparaît au moment de l'onde P, au moment d'un pic de pression (systole), qui, s'il est mesuré au niveau du cœur, intervient juste après l'onde R. Cependant, il existe un délai dû au temps mis à la pression pour atteindre le bras et les sons se retrouvent. Bien que la forme de l'ECG de l'onde R puisse varier avec les conditions expérimentales (avant ou après l'exercice), la relation entre l'onde P et le son doivent avoir un certain intervalle, ce qui vous permettra de distinguer les sons de Korotkoff d'autres sons parasites.

Dans certains cas (par exemple si le patient est sujet à l'hypertension), vous pouvez constater ce qu'on appelle un "écart auscultatoire": un son apparaît à une pression plus élevée mais disparaît lorsque la pression diminue pour finalement réapparaître à une plus basse pression. Ceci peut nécessiter l'emploi d'autres méthodes, comme par exemple des techniques strictement palpatoires.

Par convention, la pression sanguine déterminée par méthode indirecte est exprimée sous la forme d'un rapport: pression systolique/pression diastolique. Par exemple, si la pression systolique a été mesurée à 135 mm Hg et la pression diastolique à 80 mm Hg, la pression artérielle est désignée par 135/80, et la pression différentielle est de 55 mm Hg. Si le son devient sourd à 85 mm Hg et disparaît à 80 mm Hg, la pression artérielle systémique sera indiquée par 135/85-80.

Une remarque à propos de votre fréquence cardiaque mesurée au laboratoire

De nombreux facteurs influent sur la mesure de la pression artérielle: l'âge, le poids, les facteurs génétiques, le niveau d'activité physique, le niveau salin, la présence de drogues ou d'excitants dans le corps, l'audition de l'opérateur, etc.

Le "Journal of the American Medical Association" a publié les données suivantes de classification de la pression sanguine (Tableau 16.1) à partir du "Seventh Report of the National High Blood Pressure Education Program's Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure" (JNC 7):

CLASSIFICATION DE LA PRESSION SANGUINE pour Adultes Agés de 18 ans ou plus				
CLASSIFICATION PRESSION SANGUINE	Systolique mmHg		Diastolique mmHg	MODIFICATION DU MODE DE VIE
Normale	< 120	and	< 80	Encouragé
Préhypertension	120-139	or	80-89	Oui
Stade 1 hypertension	140-159	or	90-99	Oui
Stade 2 hypertension	≥ 160	or	≥ 100	Oui
Note: Le diagnostic d'hypertension se base sur la moyenne d'au moins deux mesures effectuées lors d'au moins deux visites après la mesure initiale. Des mesures inhabituellement faibles doivent être considérées pour une évaluation clinique.				
© 2003 AMA				

Tableau 16.1 JNC 7 Classification de la pression sanguine

Une mesure élevée de votre tension lors de cette leçon ne doit pas être alarmante. Elle peut résulter d’une erreur lors de la mesure ou de facteurs extérieurs.

Si cependant ces mesures vous alarment, veuillez consulter un médecin. Ne diagnostiquez rien vous-même sur la base de ces mesures.

Veuillez revoir la procédure suivante avant de venir au laboratoire afin que les mesures soient effectuées rapidement.

Blood Pressure Measurement

La suite de la leçon rappelle les méthodes cliniques de base de mesure de la pression sanguine utilisant un stéthoscope et un brassard, ainsi qu’une explication de la logique de ces méthodes.

Cette méthode reste une mesure indirecte. Si elle est effectuée de manière précise comme ci-dessous, elle peut être relativement précise, mais elle ne peut donner qu’une approximation de la pression sanguine absolue.

Il est important d’essayer de minimiser les erreurs en suivant précisément la procédure, tout en réalisant qu’il est impossible d’éliminer toutes les erreurs.

Remarque: La méthode utilisée dans cette leçon inclut quelques étapes supplémentaires puisqu’il vous faudra enregistrer simultanément des données.

Étapes de la mesure	Raisons
1. Sélectionner un brassard de taille appropriée au sujet. ❖ Le brassard du brassard BIOPAC est adaptée pour un bras de 25.4 cm à 40.6 cm de circonférence, ce qui correspond à un adulte moyen. Ces valeurs sont rappelées sur le brassard. Si votre sujet ne convient pas, il vous faudra sélectionner un autre sujet.	La taille du brassard, variable selon le modèle, doit être soigneusement sélectionnée en fonction de la taille du bras du sujet, car un brassard trop grande entraînera une lecture trop basse de la pression, tandis qu’un brassard trop petite entraînera une lecture trop haute.
2. Vous assurer qu’il n’y a plus d’air dans le brassard avant utilisation. ❖ Tourner la valve d’évacuation à fond dans le sens inverse des aiguilles d’une montre et enrouler le brassard sur elle-même simultanément.	S’il reste de l’air dans le brassard, cela peut fausser la lecture puisqu’une pression supérieure sera requise pour comprimer l’artère brachiale.
3. Fermer la valve. ❖ Tourner la valve d’évacuation à fond dans le sens des aiguilles d’une montre.	
4. Positionner le bras du sujet à la hauteur du cœur. ❖ Lever le bras du sujet, ou ❖ Faire reposer le bras du sujet sur la table.	Vous devez minimiser les effets de la gravité. Un bras trop haut amènera des mesures trop basses et un bras trop bas des mesures trop élevées.
5. Placer le brassard de façon à ce que la mention “artère” soit sur l’artère brachiale du sujet (la flèche étiquette étant dirigée vers le bas). ❖ Une étiquette “Artery” (avec une flèche) est inscrite à l’intérieur du brassard.	La pression dans le brassard doit être appliquée directement sur l’artère, ce qui requiert une position adaptée du brassard.
6. Positionner le brassard de manière à ce que son bord inférieur soit à quelques centimètres au-dessus du creux antécubital (partie antérieure du coude).	Le bord du brassard doit être positionné suffisamment haut de façon à éviter de couvrir le stéthoscope afin de minimiser tout bruit parasite dû au frottement du brassard sur le diaphragme.
7. Entourer le bras du sujet avec le brassard de façon stable en le fixant grâce à le brassard Velcro®. ❖ Une fois le brassard correctement fixé, vous pouvez légèrement le gonfler (10-20 mmHg) de manière à ce qu’il reste en place.	Un brassard lâche peut fausser la lecture puisqu’une pression supérieure sera requise pour comprimer l’artère brachiale.
8. Vous assurer que l’ensemble des tuyaux du brassard et du stéthoscope ne sont ni tendus ni tordus.	Toute torsion d’un tube fausse la pression lue au brassard ou atténue les sons de Korotkoff au niveau du stéthoscope.

Étapes de la mesure	Raisons
9. Positionner le brassard de façon à ce que le cadran de lecture de la pression soit bien face à vous. ❖ Ce cadran peut être fixé sur le brassard au-dessus de l'étiquette "Artery".	Lire le cadran latéralement peut amener des problèmes de lecture du fait de phénomène de parallaxe.
Remarques pour les étapes suivantes: a) Le brassard ne doit pas être plus gonflé que nécessaire.	En dehors du caractère douloureux pour le sujet, un brassard trop gonflé entraîne des spasmes vasculaires qui faussent la mesure.
b) Ne pas laisser le brassard gonflé à son maximum pendant une trop grande durée.	Il faut éviter toute congestion veineuse et laisser le sang circuler. Pour les mêmes raisons, chaque mesure doit être espacée d'au moins une minute avec la précédente
Etape utilisée: 10. Palper l'artère brachiale entre le creux antécubital et la limite inférieure du brassard pour déterminer l'endroit où le pouls est le plus détectable. ❖ Utiliser deux doigts pour sentir le pouls au niveau de l'artère brachiale. ❖ Au cours de la leçon, noter cette position en faisant une marque au feutre effaçable sur le bras.	Le diaphragme du stéthoscope doit être positionné sur l'artère brachiale de façon à ce que les sons de Korotkoff soient le plus audibles possible. Cette procédure est quelque peu délicate. Notez que le pouls est perçu lorsque l'artère est comprimée contre un os ou un tissu rigide. Pour le percevoir, pressez fortement l'artère puis relâchez doucement la pression. Après quelques essais, vous devriez facilement repérer le pouls du sujet.
<u>Technique alternative:</u> 10. Gonfler le brassard jusqu'à 110 mm Hg et placer le diaphragme du stéthoscope sur l'artère brachiale entre le creux antécubital et la limite inférieure du brassard, puis le déplacer jusqu'à déterminer la position idéale d'audition.	Cette autre procédure peut donner un meilleur placement du diaphragme mais est un peu plus longue à effectuer. Rappelons qu'il est déconseillé de garder le brassard trop longtemps gonflé; au vue de la durée des étapes de cette leçon, nous n'utiliserons donc pas cette technique.
Etape utilisée: 11. Gonfler le brassard jusqu'à 160 mm Hg. ❖ Pomper rapidement puis relâcher jusqu'à l'élimination de l'engorgement vasculaire. ❖ On considérera que la majorité des sujets présente une pression systolique inférieure à cette valeur.	Si le brassard n'est pas assez gonflée, la pression systolique peut ne pas être détectée. Cette technique a l'avantage d'être facile et rapide à mettre en œuvre, et, pour les raisons exposées ci-dessus, il est préférable de ne pas maintenir le brassard sous haute pression trop longtemps. L'inconvénient est que la pression utilisée peut être excessive en fonction du sujet, voire empêche de noter la pression diastolique. Mais, puisque les enregistrements sont simultanés, et que dans le pire des cas, le temps perdu sera employé à réviser la procédure d'enregistrement, cette technique, plus rapide, reste la plus adaptée.
<u>Technique alternative:</u> 11. Soit par palpation, soit par utilisation du stéthoscope, augmenter la pression de 20 à 30 mm Hg au-dessus du point de disparition du son.	Cette technique garantit que la pression n'est pas excessive.
12. Placer le stéthoscope dans une position correcte. ➤ N'appuyer pas de façon excessive et essayer de maintenir une pression constante sur la peau.	Une pression diastolique excessive déforme l'artère et fausse la mesure (usuellement trop basse). De plus, cela peut entraîner une adhérence du stéthoscope sur la peau et ainsi créer des bruits parasites.

Étapes de la mesure	<i>Raisons</i>
13. Diminuer la pression au rythme de 2 à 3 mm Hg/seconde.	Une diminution trop lente entraîne une congestion veineuse, qui fausse la mesure de la pression diastolique. Une diminution trop rapide abaisse la précision de la mesure car les points de systole et de diastole peuvent apparaître entre les battements de cœur, d'autant plus si le rythme cardiaque est bas.
14. Noter la pression où apparaît le premier son de Korotkoff (systolique).	Ce son indique la pression la plus proche de la pression systolique .
15. Noter la pression à laquelle le son disparaît (diastole).	Cette pression est la plus proche de la pression diastolique . Note: Le point où le bruit devient sourd est plus proche de la pression diastolique, mais il est plus difficile à déterminer de façon précise.
16. Dégonfler le brassard aussi vite que possible dès que le son a disparu.	Cela minimise l'inconfort du sujet et réduit toute congestion veineuse.

Lors de l'évaluation d'un patient ou d'un sujet, vous allez mesurer sa pression sanguine à différents moments et dans différentes conditions (au repos, après exercice, etc.) pour en voir l'évolution. Ayant ceci à l'esprit, il est important que votre technique de mesure soit aussi constante que possible dans le temps. L'utilisation de techniques différentes peut conduire à des différences de mesure, souvent non négligeables.