



HAL
open science

Apport de l'échographie portable pour l'évaluation de la volémie en Gériatrie

Mademoiselle Mathilde Faillé

► **To cite this version:**

Mademoiselle Mathilde Faillé. Apport de l'échographie portable pour l'évaluation de la volémie en Gériatrie. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03482097

HAL Id: dumas-03482097

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03482097v1>

Submitted on 15 Dec 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UFR : Sciences médicales

Année 2021 Thèse n° 3190

DOCTORAT EN MÉDECINE

Spécialité : Gériatrie

Présentée et soutenue publiquement le 18/10/2021

Par

Mademoiselle Mathilde FAILLÉ

Née le 15/11/1994 à Suresnes

**Apport de l'échographie portable pour l'évaluation de la
volémie en Gériatrie.**

Directeur de thèse : Dr. Florent GUERVILLE

Présidente du jury : Pr. Isabelle BOURDEL-MARCHASSON

Membre du jury : Pr. Claire ROUBAUD-BAUDRON

Dr. Aurélie LAFARGUE

Pr. Stéphane LAFITTE

Rapporteur : Dr. Cédric VILLAIN

Abréviations et acronymes

ADH : hormone anti-diurétique

ADL : activities of daily living

BNP : Brain natriuretic peptide

CRP : protéine C réactive

DEC : déshydratation extra-cellulaire

EP : échographie portable

ETT : échocardiographie trans-thoracique

FAST-écho : Focus Assessment with Sonography for Trauma

FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche

Gmax VD/OD : gradient de pression maximal entre l'oreillette droite et le ventricule droit

HHEC : hyperhydratation extra-cellulaire

HTA : hypertension artérielle

IADL : instrumental activities of daily living

ICFEP : insuffisance cardiaque à FEVG préservée

IRA : insuffisance rénale aiguë

IRM : imagerie par résonance magnétique

PAPO : pression artérielle pulmonaire d'occlusion

PAPs/d/m : pression artérielle pulmonaire systolique, diastolique, moyenne.

PCP : pression capillaire pulmonaire

POD : pression de l'oreillette droite

RVP : résistances vasculaires pulmonaires

SEC : secteur extra-cellulaire

SIC : secteur intra-cellulaire

SRAA : système rénine-angiotensine-aldostérone

TVP : thrombose veineuse profonde

VCI : veine cave inférieure

VEC : volume extra-cellulaire

Table des matières

Remerciements	1
Abréviations et acronymes.....	2
Table des matières	4
Table des figures et tableaux	6
Avant-propos.....	7
PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION	8
1. Déséquilibres volémiques chez les patients âgés	8
- 1.1. Physiologie de l'équilibre hydro-sodé.....	8
- 1.2. Signes sémiologiques et biologiques classiques	10
- 1.3. Causes fréquentes chez les patients âgés et prise en charge.....	11
- 1.4. Pourquoi le patient âgé est-il plus vulnérable aux déséquilibres volémiques ? ...	12
1.4.1. Vieillesse physiologique	12
1.4.2. Multimorbidité	13
1.4.3. Tableau clinico-biologique atypique.....	13
1.4.4. Susceptibilité accrue.....	15
2. Mesures de la volémie et évaluation de la fonction cardiaque	16
- 2.1. Mesures invasives	16
- 2.2. Estimations non invasives	17
2.2.1. Mesure de la pression de l'oreillette droite	17
2.2.2. Mesure de la pression artérielle pulmonaire systolique.....	18
2.2.3. Mesure des pressions gauches et fonction diastolique.....	19
- 2.3. Insuffisance cardiaque : Définitions	20
- 2.4. Vieillesse cardiaque en échocardiographie	20

3.	Intérêt de l'échographie portable	21
-	3.1.Description et atouts	21
-	3.2.Applications cliniques de l'échographie portable.....	24
-	3.3.Performances comparées à l'ETT.....	27
4.	Quelle place pour l'échographie portable en gériatrie ?.....	28
	DEUXIEME PARTIE : Article	30
-	Résumé.....	33
-	INTRODUCTION	31
-	METHODES	32
-	RESULTATS.....	35
-	DISCUSSION	37
	Annexes	50
	Serment d'Hippocrate	56
	Bibliographie.....	57

Table des figures et tableaux

Figures

Figure 1 : Répartition de l'eau dans le corps	12
Figure 2 a : Trouble de l'hydratation extra-cellulaire	13
Figure 2 b : Trouble de l'hydratation intra-cellulaire	13
Figure 3 : Modélisation de la décompensation fonctionnelle, Pr. Bouchon.....	19
Figure 4 : Normes des pressions mesurées en cathétérisme cardiaque droit.....	22
Figure 5 : Estimation de la pression artérielle pulmonaire systolique.....	23
Figure 6 : Echographes portables	26
Figure 7 : Coupes échographiques	27

Tableaux

Tableau 1 : Interprétation de la POD en fonction de l'analyse de la VCI	22
---	----

Article

Figures

Figure 1a. : Hypothèses étiologiques pré- et post-échographies portables	53
Figure 1b : Changement de l'hypothèse étiologique après l'échographie portable, lorsqu'une insuffisance cardiaque était infirmée	53

Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques de la population	47
Tableau 2 : Présentation clinique de la population	49
Tableau 3 : Caractéristiques biologiques de la population	50
Tableau 4 : Caractéristiques échographiques de la population.....	51
Tableau 5 : Appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie.....	52

Avant-propos

Les patients âgés sont particulièrement sensibles aux déséquilibres volémiques du fait d'une réduction des capacités physiologiques d'adaptation, de leurs comorbidités multiples et de la polymédication. La sémiologie reste atypique chez le patient âgé, la volémie étant difficilement évaluable cliniquement et biologiquement. Cela peut aboutir à des erreurs diagnostiques et thérapeutiques.

L'étude de la veine cave inférieure (VCI) par échographie trans-thoracique (ETT) est le gold standard non invasif pour l'estimation de la pression de l'oreillette droite et de la pression capillaire pulmonaire qui renseignent sur la volémie. L'accès aux ETT réalisées par un cardiologue peut s'avérer complexe pour les patients hospitalisés en Gériatrie (délai, déplacement ...).

L'échographie portable (EP) pourrait constituer une alternative intéressante. Elle est utilisable directement au lit du patient, maniable et économique. Elle permet une évaluation 2D et une analyse en Doppler couleur du cœur. L'étude de la VCI est par ailleurs une compétence rapidement assimilable et facilement réalisable avec cet outil.

Notre travail s'intéresse à l'utilisation de l'échographie portable pour estimer la volémie dans une population hospitalisée en Gériatrie. Notre objectif est de déterminer la fréquence à laquelle l'échographie portable conduit à rectifier l'appréciation clinico-biologique de la volémie chez les patients en suspicion de déséquilibre volémique (hyperhydratation ou déshydratation extra-cellulaire). Nous avons également étudié les retombées diagnostiques et thérapeutiques de cette évaluation.

Ce travail est constitué de deux parties :

- La première partie correspond au rationnel de l'étude. Elle décrit les principaux déséquilibres volémiques rencontrés en Gériatrie et leur atypie sémiologique dans cette population fragile. Nous aborderons ensuite les principes généraux des mesures des pressions en cathétérisme droit et échographie transthoracique qui permettent d'estimer la volémie. Puis, nous présenterons le fonctionnement et l'utilisation actuelle de l'échographie portable.

- La deuxième partie correspond à notre étude, présentée sous forme d'article scientifique.

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION

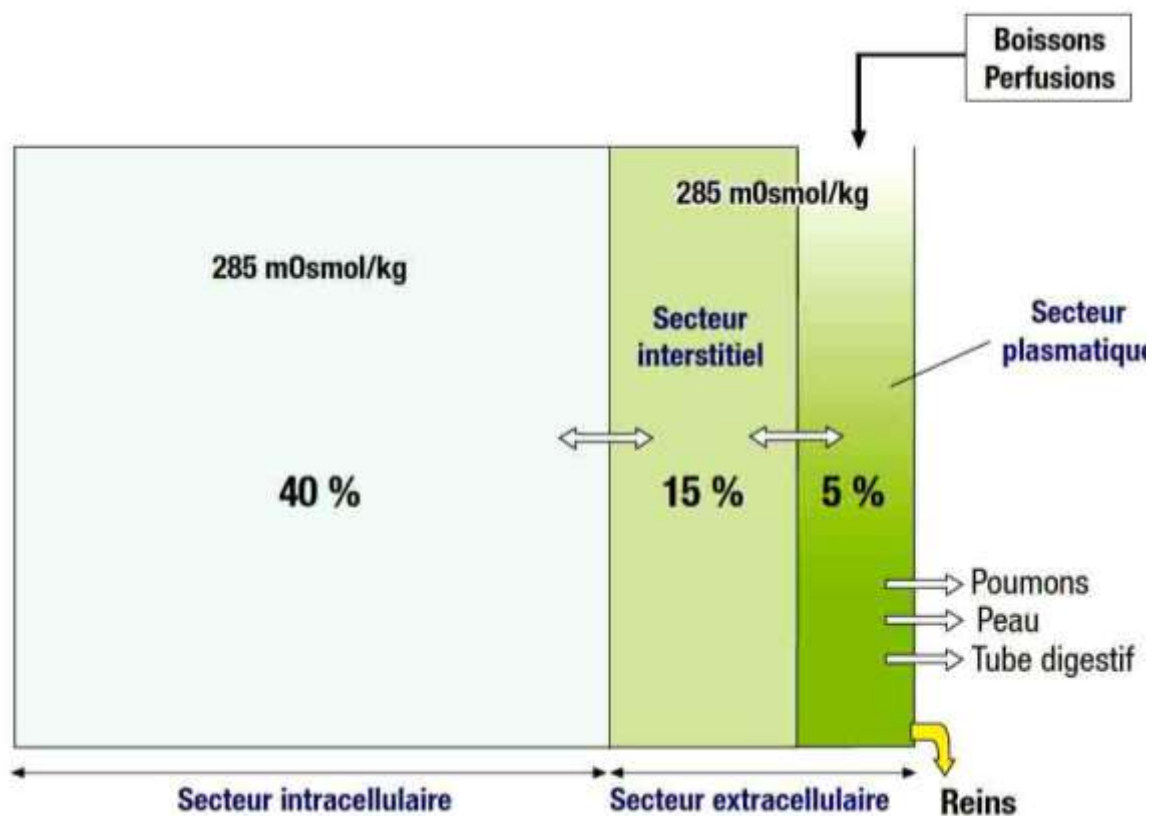
1. Déséquilibres volémiques chez les patients âgés

1.1. Physiologie de l'équilibre hydro-sodé.

Chez l'adulte, le corps est composé à 60% d'eau, répartie en 3 secteurs ¹ (cf Figure 1) :

- le secteur intra-cellulaire (SIC) (40%),
- le secteur extra-cellulaire (SEC) (20%), comprenant,
 - o le secteur interstitiel (15%),
 - o le secteur vasculaire, le plasma (5%).

Figure 1 : Répartition de l'eau dans le corps¹



Un déséquilibre du SIC est la conséquence d'un excès ou d'une perte d'eau pure.² Les variations en eau pure dépendent de l'osmolarité, dont l'indicateur principal est la natrémie.

Un déséquilibre du SEC est la conséquence d'un excès ou d'une perte de sel. Tout(e) perte/gain de sel s'accompagne d'une perte/gain d'eau pour maintenir l'osmolarité (secteur intra-cellulaire) constante et cause une variation du volume du secteur extra-cellulaire. Les variations des volumes extra et intra-cellulaires sont présentées dans les *Figure 2a* et *Figure 2b*.

Figure 2 a : Trouble de l'hydratation extra-cellulaire²

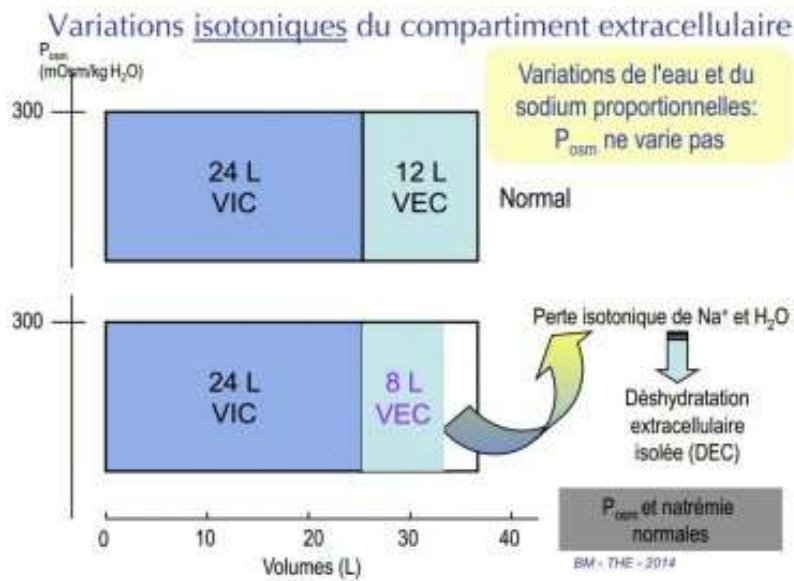
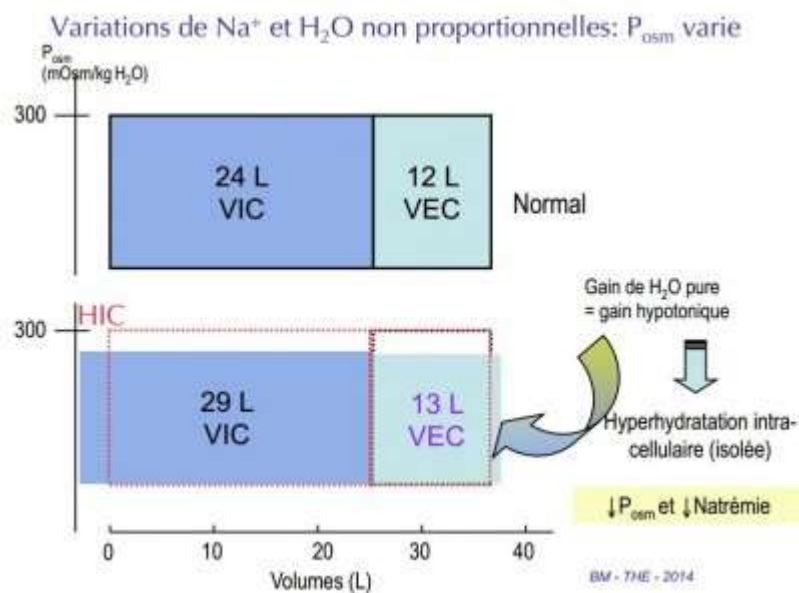


Figure 2 b : Trouble de l'hydratation intra-cellulaire²



La régulation du volume extra-cellulaire (VEC) s'effectue par les barorécepteurs qui captent les variations de pression et par le système rénine-angiotensine-aldostérone (SRAA). La rénine et l'enzyme de conversion de l'angiotensine permettent la formation de l'angiotensine II. Celle-ci va impacter le bilan sodé par de multiples mécanismes : stimulation du système sympathique, stimulation de la sécrétion de vasopressine par l'hypophyse, vasoconstriction des artérioles, stimulation de la sécrétion d'aldostérone par les surrénales, stimulation de la réabsorption tubulaire de NaCl.

En cas de déshydratation extra-cellulaire (DEC), le système est activé pour favoriser la rétention hydro-sodée. Une hyperhydratation extra-cellulaire (HHEC) peut être en partie causée par une réabsorption pathologique du sel due à l'activation du SRAA devant une hypovolémie efficace (diminution du secteur vasculaire avec augmentation du secteur interstitiel)³.

Notre étude s'intéressera d'avantage au volume extra-cellulaire, dont l'évaluation pose quotidiennement problème au clinicien et plus particulièrement au gériatre.

1.2. Signes sémiologiques et biologiques classiques

Les signes de surcharge hydrosodée (ou HHEC) peuvent être divisés en « signes cardiaques droits et gauches ». Parmi les signes droits, les œdèmes déclives bilatéraux, symétriques, mous, blancs, indolores, prenant le godet, reflètent l'augmentation du secteur interstitiel. On retrouve également la turgescence jugulaire à l'inspection, et le reflux hépato-jugulaire (signe le plus spécifique⁴) qui correspond au reflux du sang venant de la veine cave inférieure dans le réseau cave supérieur au niveau de la veine jugulaire lors d'une pression au niveau de l'hypochondre droit chez un patient demi-assis. Ils reflètent l'augmentation du secteur vasculaire. Quant aux « signes cardiaques gauches », ils comprennent l'orthopnée, c'est-à-dire une dyspnée de décubitus, la dyspnée d'effort puis de repos, et les crépitations inspiratoires débutant aux bases et s'étendant en hauteur. On peut retrouver des épanchements des séreuses avec de l'ascite ou un épanchement pleural ou péricardique.

La DEC⁵, quant à elle, se manifeste classiquement chez l'adulte par des muqueuses sèches, la sensation de soif, un pli cutané, une oligurie. On peut observer une hypotension artérielle et une tachycardie, orthostatiques puis permanentes. Les variations rapides de poids (majoration en cas d'HHEC et diminution en cas de DEC) sont un indicateur utile.

A la biologie, on constate, en cas d'HHEC, une hémodilution avec diminution des protéides et de l'hématocrite. A l'inverse, en cas de DEC, on retrouve une hémococoncentration, et dans certains cas une insuffisance rénale aiguë (IRA) fonctionnelle avec élévation de l'urée sanguine et baisse de la natriurèse (<20mmol/l, rapport Na/K urinaires < 1, si la cause de perte de sodium est extra-rénale). Il est à noter que ce dernier signe est absent lors de la prise de diurétique, fréquente chez le patient âgé. En outre, une IRA peut tout aussi bien accompagner une HHEC, en cas d'hypovolémie efficace. Pour une interprétation précise, il convient d'analyser ces chiffres en fonction des valeurs antérieures connues.

Le « Brain Natriuretic Peptide » (BNP, peptide natriurétique de type B) est aussi un marqueur de l'insuffisance cardiaque. Synthétisé par les myocytes en réponse à une augmentation des pressions ventriculaires ou à une surcharge volémique, il a une action diurétique par augmentation du débit de filtration glomérulaire, natriurétique par action sur les tubules rénaux et inhibe le SRAA. Ainsi, selon les recommandations de la Société Européenne de Cardiologie de 2016 ⁶, en situation aiguë, un BNP < 100pg/ml et un NT-pro-BNP (forme inactive) < 300 ng/L excluent une origine cardiaque d'une dyspnée. En situation chronique, les normes sont BNP < 35pg/ml et NT-pro-BNP < 125pg/ml. Les normes supérieures en revanche ne sont pas clairement établies^{7, 8}. Ces marqueurs sont à interpréter avec précaution chez le patient très âgé, polyopathologique.

1.3. Causes fréquentes chez les patients âgés et prise en charge

Les quatre causes majeures ^{3,9} d'HHEC sont l'insuffisance cardiaque, l'insuffisance rénale sévère (au cours desquelles on observe une augmentation des secteurs interstitiel et vasculaire); la cirrhose ascitique et le syndrome néphrotique (au cours desquels on observe une augmentation du secteur interstitiel, mais une réduction du secteur vasculaire par baisse de la pression oncotique liée à l'hypoalbuminémie).

Outre le traitement étiologique, la correction de l'HHEC repose majoritairement sur l'arrêt des apports en sel parentéraux éventuels et une déplétion hydrosodée par diurétiques de l'anse. Classiquement, les apports alimentaires en sel sont aussi limités. Cependant, les régimes restrictifs, sources potentielles de dénutrition, sont à éviter en Gériatrie.

Les causes principales de DEC chez le patient âgé comprennent les pertes digestives excessives (diarrhées, vomissements), la réduction des apports alimentaires et la iatrogénie liée à

l'utilisation des diurétiques. On retrouve plus rarement d'autres causes de pertes rénales excessives de sel comme l'hypercalcémie et l'insuffisance surrénale aiguë.

Outre le traitement étiologique, la correction de la déshydratation extracellulaire repose sur l'arrêt d'un éventuel traitement diurétique et l'apport de NaCl 0,9% par perfusion.

1.4. Pourquoi le patient âgé est-il plus vulnérable aux déséquilibres volémiques ?

1.4.1. Vieillesse physiologique

Avec l'âge, la proportion d'eau diminue et ne représente plus que 50% du poids du corps. Les mécanismes adaptatifs aux variations volémiques diminuent en efficacité.

Sur le plan rénal, on observe une réduction de la taille et de la masse des reins, prédominant au niveau du cortex, aboutissant à une réduction néphronique (baisse du nombre de glomérules fonctionnels)¹⁰. On constate une réduction du flux sanguin rénal et une baisse du débit de filtration glomérulaire, diminuant son rôle dans la régulation du SEC. La sensibilité des barorécepteurs baisse. Les concentrations de rénine et aldostérone sont diminuées. Il existe un retard d'activation du SRAA en réponse aux variations du bilan sodé^{11,12}.

En outre, la sensation de soif est diminuée. Le patient âgé dépendant est d'autant plus vulnérable qu'il ne peut s'hydrater seul, du fait de ses difficultés de déplacement, de ses troubles de déglutition ou de ses capacités d'alerte limitées.

Sur le plan cardiologique, on observe une majoration de la rigidité artérielle (artériosclérose) avec l'âge¹³. Celle-ci est multifactorielle : épaissement de la paroi et dilatation des artères, calcifications¹⁴, fibrose¹⁵. Ces modifications structurelles favorisent l'hypertension artérielle, la réduction du débit coronaire. Le vieillissement est également marqué par le développement de l'athérosclérose, maladie segmentaire de l'intima, caractérisée par le dépôt de plaque lipidique dans la lumière artérielle. Celle-ci est responsable de multiples complications vasculaires.

De façon similaire, l'augmentation de la masse myocardique et de l'épaisseur des parois myocardiques signent l'hypertrophie ventriculaire gauche. La fréquence de celle-ci est corrélée à la prévalence élevée de l'HTA systolique dans la population âgée. L'apparition d'une fibrose myocardique altère la relaxation du ventricule gauche, malgré une fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) préservée.

Tous ces éléments diminuent les capacités cardiaques d'adaptation en cas de surcharge volémique, favorisant les poussées d'insuffisance cardiaque, et limitent une réponse adaptée pour compenser une déshydratation.

1.4.2. Multimorbidité

Les patients âgés hospitalisés en Gériatrie sont polypathologiques¹⁶. Spécifiquement, l'atteinte de certains organes, comme le cœur et le rein, perturbe la régulation de la volémie.

Les maladies cardiovasculaires représentent, après le cancer, la deuxième cause de décès en France toute population confondue, mais sont la première cause chez les plus de 65 ans¹⁷. L'hypertension artérielle (HTA) toucherait 60 % des plus de 65 ans et 90 % des plus de 85 ans en Europe¹⁸. L'insuffisance cardiaque est l'une des maladies chroniques les plus fréquentes¹⁹ particulièrement dans la population âgée. Dans les pays développés, elle toucherait 10% des plus de 70 ans^{20, 21, 22}. Elle reste un motif majeur d'hospitalisation en service de Gériatrie aiguë^{23, 24}.

La prévalence de l'insuffisance rénale chronique, tout stade confondu, est de 260/million d'habitants en France. 35% des patients dialysés ont plus de 75 ans²⁵. Au vieillissement rénal, s'ajoutent des facteurs de risque d'insuffisance rénale chronique comme l'HTA, le diabète, l'obésité²⁶.

Le cumul de plusieurs pathologies implique de nombreux traitements. 50% des plus de 80 ans prennent au moins 4 médicaments par jour²⁷. Or, la polymédication favorise les interactions médicamenteuses et le risque de iatrogénie^{28, 29}. L'hypo-albuminémie majore la fraction libre de divers médicaments (bloqueurs du SRAA, diurétiques) et les demi-vies sont allongées en cas d'atteinte rénale. Ces particularités compliquent la gestion des diurétiques ou de l'hydratation en Gériatrie.

1.4.3. Tableau clinico-biologique atypique

Les patients âgés, du fait du vieillissement physiologique et de leurs comorbidités multiples, se caractérisent par une sémiologie complexe^{30, 31}. En effet, les signes cliniques typiques retrouvés chez le patient jeune ou monopathologique sont souvent absents^{32, 33, 34}. Dans une étude rétrospective écossaise, sur 116 patients hospitalisés en Gériatrie pour insuffisance cardiaque³⁵, seulement 58% avaient des œdèmes des membres inférieurs, 11% une

turgescence jugulaire, 59% des crépitants pulmonaires, 14% n'étaient pas dyspnéiques. Tous les signes cliniques combinés avaient une sensibilité de 88% et une spécificité de 50%. Les symptômes les plus spécifiques étaient l'orthopnée (92%), la dyspnée paroxystique nocturne (96%) et le reflux hépato-jugulaire (88%). Dans une étude rétrospective menée sur 11 hôpitaux en Alabama³⁶, sur 1091 patients de plus de 65 ans hospitalisés pour insuffisance cardiaque, 975 présentaient une dyspnée de repos (89%), pour une sensibilité de 92% et une spécificité de seulement 14%. Même chez le patient jeune, Stevenson et al.³⁷ montrent les limites de l'examen clinique pour statuer sur l'état volémique d'un insuffisant cardiaque chronique. Les crépitants, les œdèmes et le reflux hépato-jugulaire n'atteignaient qu'une spécificité de 58%. Narang et al.³⁸ soulignent les faibles valeurs prédictives négatives (50%) et positives (70%) de l'examen clinique pour estimer le statut hémodynamique mesuré en cathétérisme cardiaque.

Ainsi, l'HHEC et la DEC se manifestent par une clinique aspécifique et parfois fruste (sémiologie d'emprunt) : confusion, agitation, asthénie, anorexie, apathie, douleur...³⁹ Les signes fonctionnels sont par ailleurs difficiles à recueillir chez un patient atteint de troubles cognitifs aigus (confusion) ou chroniques. La dyspnée d'effort chez un patient dépendant, aux déplacements limités, est rarement rapportée. Les œdèmes des membres inférieurs sont couramment multifactoriels et chroniques : insuffisance veineuse, lymphœdème, iatrogénie... Les crépitants des bases pulmonaires peuvent manquer en cas d'authentique insuffisance cardiaque gauche, et être remplacés par des sibilants. Ils peuvent au contraire être présents du fait de troubles de ventilation chez le patient alité, malgré l'absence d'HHEC. Le pli cutané est aspécifique du fait du vieillissement cutané. Le poids antérieur n'est pas toujours disponible et la mesure du poids du jour peut nécessiter un matériel adapté chez les patients dépendants.

Le même type de limites peut être souligné pour les signes biologiques. L'analyse d'une éventuelle hémodilution peut être biaisée par une protidémie basse sur une dénutrition, ou par une anémie. L'insuffisance rénale chronique est fréquente, mais la fonction rénale de base n'est pas toujours connue précisément. L'analyse du rapport urée/créatinine urinaire discrimine mal, chez les patients âgés, l'insuffisance rénale aiguë fonctionnelle de l'insuffisance organique⁴⁰.

De plus, de par leur faible représentation dans les études scientifiques, les recommandations en vigueur ne sont pas toujours adaptées aux patients âgés⁴¹. La Société française de

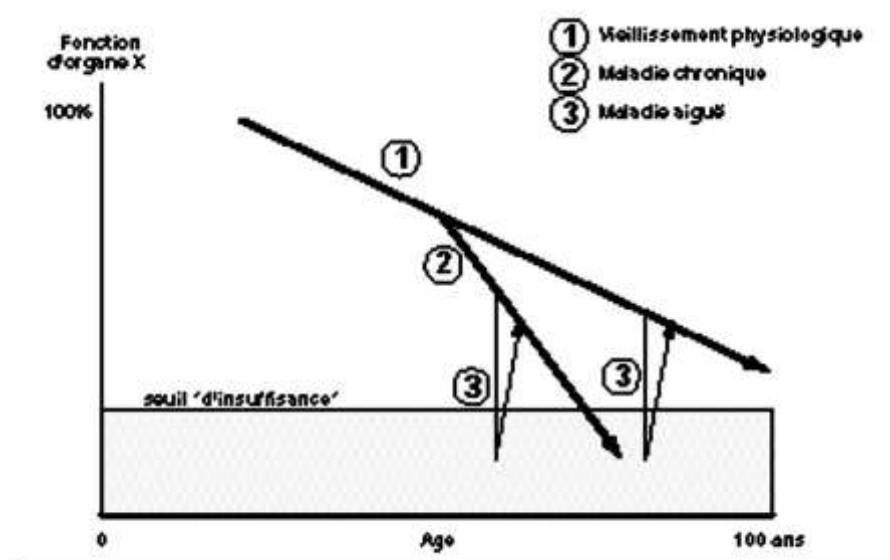
Cardiologie et la Société française de Gériatrie et Gériatrie ont publié en 2006 des recommandations spécifiant l'atypie de l'insuffisance cardiaque du sujet âgé, à la fois clinique, comme à l'ECG et la radiographie thoracique. Le diagnostic est d'autant plus complexe que l'interprétation du BNP est douteuse et l'ETT sous-utilisée. L'intérêt d'un test aux diurétiques est évoqué, sous réserve d'une surveillance tensionnelle et biologique rapprochée, en traquant l'hypotension orthostatique et l'incontinence urinaire. Les conditions de prise des traitements et des repas sont à surveiller⁴².

1.4.4. Susceptibilité accrue

En Gériatrie, les déséquilibres volémiques sont donc multifactoriels. Ils peuvent être une illustration du modèle de décompensation fonctionnelle proposé en 1984 par le Pr. Bouchon⁴³ :

- L'axe 1 correspond au vieillissement physiologique, hétérogène en fonction des individus, entraînant une diminution des capacités maximales.
- L'axe 2 correspond à une maladie chronique, une atteinte d'organe qui vient se surajouter. Elle accélère le déclin de cet organe et peut conduire à l'insuffisance.
- L'axe 3 correspond à une affection aiguë (infection, iatrogénie, déséquilibre volémique...), un facteur précipitant qui fait descendre sous le seuil de l'insuffisance. Après correction de ce facteur, un retour à l'état antérieur est possible.

Figure 3 : Modélisation de la décompensation fonctionnelle, Pr. Bouchon



J.P. Bouchon, 1+2+3 ou comment tenter d'être efficace en gériatrie, Rev Prat 1984, 34:888.

On partage ainsi les patients âgés en fonction de leur fragilité, c'est-à-dire leur aptitude à mettre en place des processus adaptatifs afin de rétablir l'homéostasie. On distingue les robustes avec une capacité de réserve satisfaisante et un vieillissement réussi, les fragiles qui ont un risque de complication majoré, et les dépendants en situation de handicap.

Par exemple, un patient de 92 ans, présentant un vieillissement cardio-rénal physiologique (1), atteint d'une cardiopathie ischémique et d'une insuffisance rénale chronique stade 3B (2), est hospitalisé pour un tableau de décompensation cardiaque hypoxémiante avec HHEC. Elle est causée par un défaut d'observance et un écart de régime dus à des troubles cognitifs débutants, avec un retard de prise en charge car il n'a pas alerté devant sa dyspnée d'effort non ressentie ou sa variation pondérale non documentée (3). Un patient plus robuste aurait probablement bénéficié d'une prise en charge ambulatoire plus précoce.

Toutes ces particularités du patient âgé complexifient l'évaluation de la volémie à la fois cliniquement et biologiquement. Il convient alors d'adapter l'examen clinique, ainsi que la gestion thérapeutique des déséquilibres volémiques. Le clinicien est souvent dans une situation d'incertitude. Cela l'oblige à tester des hypothèses diagnostiques par une attitude thérapeutique, qu'il ré-adapttera secondairement en fonction de l'évolution du patient.

2. Mesures de la volémie et évaluation de la fonction cardiaque

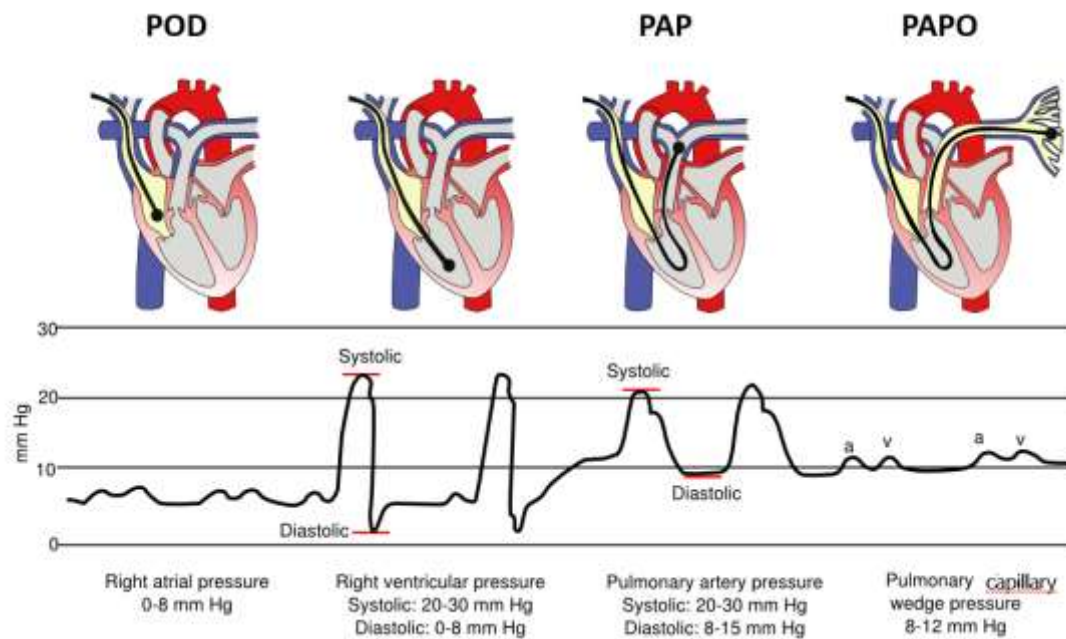
2.1. Mesures invasives

Devant une évaluation clinico-biologique douteuse, le clinicien dispose d'examen complémentaires pour préciser son diagnostic. Une poussée d'insuffisance cardiaque est marquée par une élévation des pressions de remplissage cardiaque. On peut estimer ces pressions à l'aide d'une analyse multiparamétrique au cours d'une échocardiographie transthoracique (ETT) au service d'échographie ou les mesurer directement à l'aide d'un cathétérisme cardiaque droit.

Le cathétérisme cardiaque droit consiste en l'introduction d'un cathéter par voie per-cutanée au niveau de la veine brachiale. La sonde remonte par la veine cave supérieure vers l'oreillette droite afin de mesurer la pression de l'oreillette droite (POD), puis passe par le ventricule droit, puis le tronc artériel pulmonaire afin de mesurer les pressions artérielles pulmonaires (PAP

sytolique, PAPs, PAP moyenne, PAPm, PAP diastolique, PAPd), la pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO), aussi appelée pression capillaire pulmonaire (PCP), les résistances vasculaires pulmonaires (RVP), le débit cardiaque, la saturation veineuse en oxygène. Le cheminement du cathéter au sein du cœur et les normes de pression sont présentés sur la figure ci-dessous :

Figure 4 : Normes pressions mesurées en cathétérisme cardiaque droit⁴⁹



POD : Pression oreillette droite, PAP : Pression artérielle pulmonaire, PAPO : Pression artérielle pulmonaire d'occlusion = pression capillaire.

D'après le congrès mondial de l'HTP⁴⁴, une PAPm supérieure à 20 mmHg signe une hypertension pulmonaire. Une PAPO supérieure à 15 mmHg et des RVP > 3UW évoquent une origine post-capillaire, c'est-à-dire secondaire à une cardiopathie gauche, quelle qu'elle soit (valvulaire, ischémique, etc...).

2.2. Estimations non invasives

2.2.1. Mesure de la pression de l'oreillette droite

Les sociétés savantes d'échocardiographie recommandent l'analyse de la VCI pour estimer la POD⁴⁵. En effet, la corrélation de l'estimation avec les pressions mesurées en cathétérisme cardiaque droit est admise^{46, 47, 48}.

Cette analyse doit faire partie d'une ETT standard. La mesure du diamètre de la VCI s'effectue classiquement en coupe sous-costale, en vue longitudinale, à 1 ou 2 cm en amont de la jonction avec l'oreillette droite. Ce diamètre diminue lors de l'inspiration par la négativation de la pression intra-thoracique qui favorise le remplissage du ventricule droit. On étudie ainsi l'indice de collapsibilité qui évalue la compliance de la VCI lors de l'inspiration forcée : (Diamètre en expiration – Diamètre en inspiration) / Diamètre en expiration.

Un diamètre de la VCI supérieur à 21 mm et un index de collapsibilité inférieur à 50% suggèrent une pression de l'oreillette droite haute, c'est-à-dire autour de 15mmHg (entre 10 et 20 mmHg). Un diamètre de la VCI inférieur à 21mm associé à un index de collapsibilité supérieur à 50% suggèrent une pression basse, c'est-à-dire autour de 3mmHg (entre 0 et 5 mmHg). Si un seul des 2 signes est présent, on retient une pression autour de 8mmHg (entre 5 et 10mmHg).

Diamètre veine cave inférieure (mm)	Index de collapsibilité (%)	Pression oreillette droite (mmHg)
>21	< 50 %	10-20 (15mmHg)
>21	> 50%	5-10 (8 mmHg)
<21	< 50%	5-10 (8 mmHg)
< 21	> 50%	0-5 (3mmHg)

Tableau 1 : Interprétation de la pression de l'oreillette droite en fonction de l'analyse de la veine cave inférieure.

La POD n'est pas le seul marqueur de la volémie. Il est nécessaire de l'analyser en association avec d'autres paramètres qui reflètent les pressions pulmonaires et les pressions gauches.

2.2.2. Mesure de la pression artérielle pulmonaire systolique

L'estimation de la pression artérielle pulmonaire en ETT se calcule à partir la mesure de la vitesse maximale du flux d'insuffisance tricuspide en Doppler continu (Vmax IT en m/s) (valve pulmonaire ouverte, sans sténose pulmonaire) qui permet d'obtenir le gradient de pression maximal entre l'oreillette droite et le ventricule droit (GmaxVD/OD en mmHg). Selon la loi de

Bernoulli, $G_{\text{maxVD/OD}} = 4 (V_{\text{max IT}})^2$. Par ailleurs, $G_{\text{maxVD/OD}} = \text{PAP}_{\text{systolique}} - \text{POD}_{\text{systolique}}$. D'où $\text{PAP}_{\text{systolique}} = G_{\text{maxVD/OD}} + \text{POD}_{\text{systolique}}$.

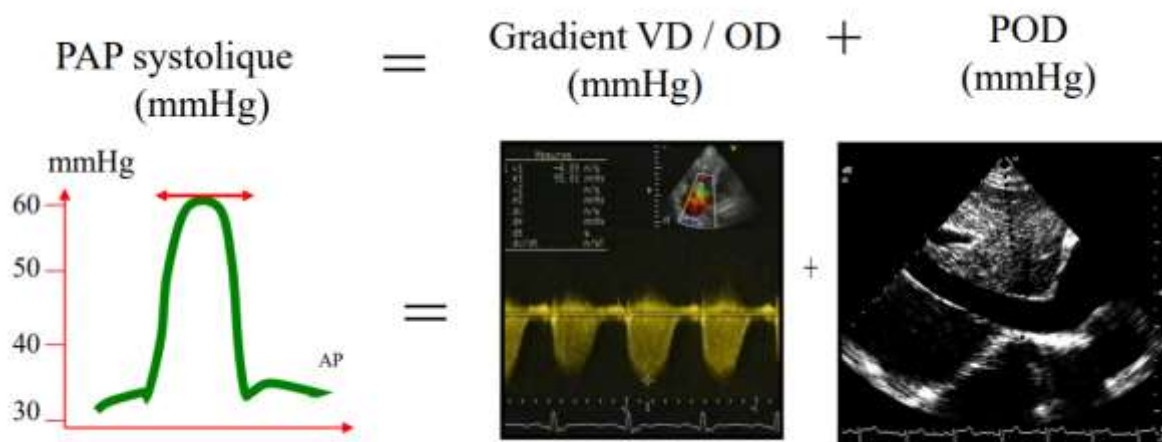


Figure 5 : Estimation de la pression artérielle pulmonaire systolique⁴⁹

Si le flux d'insuffisance tricuspide n'est pas exploitable, il est possible d'obtenir la PAPs à partir du flux d'insuffisance pulmonaire.

Il existe également des signes indirects en faveur d'une élévation des pressions pulmonaires, comme la taille du ventricule droit et de l'oreillette droite, la morphologie du flux d'insuffisance pulmonaire en doppler continu et son accélération mesurée en doppler pulsé.

2.2.3. Mesure des pressions gauches et fonction diastolique.

L'évaluation des pressions gauches nécessite une analyse plus complexe, à l'aide du Doppler pulsé et tissulaire au niveau de l'anneau mitral, ce qui requiert des compétences approfondies et un appareil d'ETT standard.

On retiendra :

- la vitesse E (m/s) du flux transmitral en protodiastole par remplissage passif du ventricule gauche, puis la vitesse A (m/s) du flux lors de la systole atriale en télédiastole, en doppler pulsé,
- la vitesse de déplacement de l'anneau mitral, e'(cm/s), mesurée en doppler tissulaire au bord latéral ou médial,
- le rapport E/e' qui étudie les pressions de remplissage du ventricule gauche.

2.3. Insuffisance cardiaque : Définitions

On distingue l'insuffisance cardiaque à fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) réduite (ICFER), c'est-à-dire $< 40\%$ et l'insuffisance cardiaque à FEVG préservée (ICFEP). Elle se définit par l'association de différents critères selon les recommandations de la Société Européenne de cardiologie⁵⁰:

- Des symptômes cliniques de poussée d'insuffisance cardiaque congestive
- Une FEVG $> 50\%$
- Une élévation du BNP $> 35\text{pg/ml}$ ou NT-proBNP $> 125\text{pg/ml}$
- Une anomalie structurale parmi :
 - o Hypertrophie ventriculaire gauche avec une masse indexée du ventriculaire gauche $> 115\text{g/m}^2$ chez l'homme et $> 95\text{g/m}^2$ chez la femme,
 - o Dilatation de l'oreillette gauche $> 34\text{ml/m}^2$.
- Une anomalie de la fonction diastolique retrouvée à l'étude du flux transmitral en Doppler pulsé et tissulaire parmi :
 - o Rapport des vitesses $E/e' > 9$
 - o Vitesse moyenne à l'anneau mitral : e' latéral et septal $< 9\text{ cm/s}$.

Des études récentes montrent l'augmentation de la prévalence de l'insuffisance cardiaque à FEVG préservée qui représenterait la moitié des décompensations cardiaques chez le patient âgé^{51, 52}.

2.4. Vieillesse cardiaque en échocardiographie^{53, 54}

Chez le patient âgé, les normes des mesures échographiques décrites ci-dessus sont à interpréter avec précaution. Comme décrit précédemment, l'hypertrophie ventriculaire gauche est fréquente. On retrouve également un trouble de la relaxation, qui se présente en analyse doppler du flux transmitral, par un profil de type 1 avec ralentissement du remplissage passif du ventricule gauche et une accélération du flux lors de la systole atriale (rapport $E/A < 1$).

Les pressions de remplissage du ventricule gauche augmentent avec l'âge (augmentation du rapport E/e').

La dilatation atriale, à la fois cause et conséquence de la fibrillation auriculaire permanente, est commune.

On observe des valvulopathies dégénératives, par ordre de fréquence :

- Insuffisance mitrale par dégénérescence fibro-élastique responsable d'un prolapsus avec élongation et rupture de cordage,
- Rétrécissement aortique sur une valve aortique remaniée et calcifiée.

3. Intérêt de l'échographie portable

3.1. Description et atouts

Les délais de réalisation d'une ETT peuvent varier. De plus, en Gériatrie, le transport jusqu'au service d'échographie peut être inapproprié ou non souhaitable pour des patients dépendants, confus, et/ou instables. Depuis plusieurs années, des appareils portables se développent et deviennent une alternative à l'ETT standard dans certains cas particuliers.

Il existe plusieurs modèles d'échographe portable. On distingue :

- les plus petits, aussi appelés « échographes ultra-portables », « pocket-size ultrasound », ou « hand-carried ultrasound », pèsent environ 500g et tiennent dans une poche. Classiquement, on retrouve l'imagerie en 2 dimensions Mode B (« Brillance », bidimensionnel classique en nuances de gris), Mode M (« Motion », image temps-mouvement) et le doppler couleur. Il existe un réglage de la profondeur de faisceau ultra-sonore et un réglage du gain (réglage du niveau de réception du signal ultrasonore sans changement de l'intensité des ultrasons émis), ainsi qu'un outil de mesure des distances.
- les appareils échographiques portables plus volumineux, de l'ordre de 3 à 6 kg qui disposent des dopplers continu, pulsé et tissulaire.



Figure 6 : Echographes portables

Echographe portable avec double sonde (A) and Vscan Extend™ (B). C, Acuson P10, © Siemens Healthineers 2017. D, Iviz. E, 180 Plus. F, iLook. G, NanoMaxx. H, uSmart 3200T. I, Sonimage P3.

Les recommandations de la Société Américaine d’Echocardiographie publiées en 2013⁵⁵ différencient :

- le « focus cardiac ultrasound », que nous appellerons échographie portable (EP), qui correspond à une analyse échographique rapide, souvent qualitative, dans un contexte clinique précis avec un appareil portable « pocket-size ultrasound », afin de compléter l’examen clinique,
- et le « limited electrocardiography » qui correspond à une analyse restreinte par le nombre de coupes mais avec un appareil d’ETT standard doté de tous les modes doppler disponibles.

L'analyse qualitative permise par l'EP passe par l'acquisition de plusieurs coupes classiques^{56, 57}:

- la coupe parasternale grand axe, la parasternale petit-axe,
- la coupe sous-costale,
- la coupe apicale, quatre, trois ou deux cavités, plus difficile à obtenir.

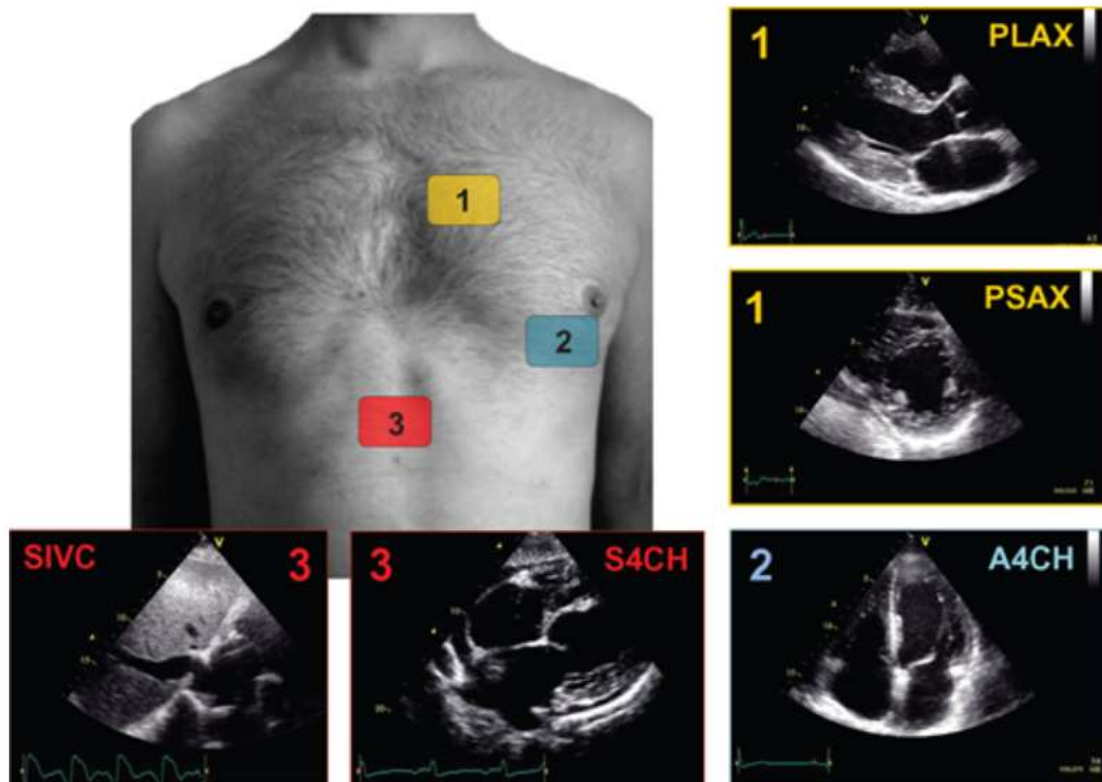


Figure 7 : Coupes échographiques⁵⁸

1.PLAX : « Parasternal long axe », parasternale grand axe. PSAX : « Parasternal short axe », parasternale petit axe. 2. A4CH : « Apical 4-chambers », 4 cavités apicales 3. SIVC : « Subcostal inferior vena cava », veine cave inférieure sous-costale. S4CH : « Subcostal 4-chamber », 4-cavités sous-costales.

Elles permettent la recherche de différentes anomalies spécifiques⁵⁹ : une dilatation du ventricule gauche, une hypertrophie du ventricule, une dilatation de l'oreillette gauche, une estimation de la FEVG, une dilatation de la veine cave inférieure, un épanchement péricardique, une valvulopathie sévère ou une dilatation du ventricule droit.

L'atout majeur de l'échographe portable réside dans sa taille et son poids minimal qui permettent de le transporter quotidiennement à la main, de chambre en chambre, au sein

d'un service d'hospitalisation. Sa maniabilité et son accessibilité permettent une utilisation ponctuelle et rapide au lit du patient. Le temps de l'examen est relativement court (<5 min).

Une analyse simplifiée du cœur peut être réalisée après un apprentissage bref et adapté^{60, 61, 62}. Les différentes sociétés savantes recommandent 4h d'apprentissage théorique et entre 20 et 50 échographies d'entraînement supervisées pour acquérir un niveau d'analyse fiable^{20, 63}.

Sur le plan économique, l'échographe portable est bien moins coûteux qu'un appareil d'ETT standard et permet de réduire les coûts de prise en charge^{64, 65}. Il permet également de réduire le nombre d'ETT superflues selon Panthan et al.^{66, 67, 68}

Ce nouvel outil est ainsi utilisable par des non-cardiologues en service de médecine traditionnelle, en ambulatoire ou en unité des soins continus.

3.2. Applications cliniques de l'échographie portable

3.2.1. En réanimation et urgences

En réanimation, l'EP s'avère utile chez le patient en choc pour une évaluation rapide du statut hémodynamique avec l'analyse de la VCI, et recherche d'une dysfonction ventriculaire gauche majeure ou d'un épanchement péricardique important. Des études valident l'utilisation de l'EP pour évaluer la VCI et estimer les pressions dans l'oreillette droite en comparaison avec le gold standard invasif, le cathétérisme cardiaque droit⁷¹. La sensibilité et la spécificité d'un indice de collapsibilité > 50% à prédire une POD < 8mmHg serait supérieure à 90% selon Nagdev⁶⁹. L'EP permet également la recherche d'une dilatation ventriculaire droite au cours d'une embolie pulmonaire massive^{70, 71}.

Au service d'accueil des Urgences, l'EP est utilisée pour guider la prise en charge d'une douleur thoracique aiguë ou d'une dyspnée avec une analyse du péricarde, de la fonction ventriculaire gauche, de la dilatation des cavités droites, de la VCI et de l'aorte ascendante⁷². Selon Mantuani et al.⁷³, le diagnostic étiologique exact, devant une dyspnée passe de 53% à 77% après l'EP. Sforza et al. s'intéressent à la discrimination de l'origine cardiaque d'une dyspnée aux urgences. La plus forte concordance (90%), après détermination du diagnostic final en fonction de l'évolution, est obtenue grâce à l'association de la clinique et de l'EP pour analyse couplée des poumons (Lignes B, qui correspondent à des artéfacts verticaux bien délimités sans atténuation signant un syndrome interstitiel ou épanchement pleural) et du cœur (VCI

ou altération de la FEVG)⁷⁴. Kimura et al.⁷⁵ comparent l'examen clinique et l'EP réalisée par des cardiologues aux urgences. Sur 36 patients ayant eu une ETT standard au cours de l'hospitalisation, l'EP a identifié des anomalies significatives chez 22 patients (73%), contre 7 (23%) avec l'examen clinique seul. La concordance avec le gold standard (ETT) est de 86% pour l'EP et de 75% pour l'examen clinique. Le polytraumatisé profite également de l'EP dans le cadre de la « FAST-echo » : focused assessment with sonography for trauma. Elle permet la recherche rapide d'épanchement divers à partir de 4 vues pré-définies (péricardique, périhépatique, périsplénique et pelvienne). L'analyse de la VCI pourrait permettre d'évoquer précocement un choc hypovolémique chez le polytraumatisé⁷⁶. L'étude de la plèvre et du parenchyme permet également d'affiner le diagnostic étiologique devant une dyspnée aiguë⁷⁷. D'après Maw et al., l'étude de la plèvre aurait une meilleure sensibilité que la radiographie thoracique standard (88% vs 73%) pour le diagnostic d'insuffisance cardiaque aiguë chez des patients se présentant pour dyspnée⁷⁸.

3.2.2. En cardiologie hospitalière et ambulatoire

En service d'hospitalisation de cardiologie, les indications principales sont la douleur thoracique, la dyspnée ou l'arythmie. L'EP vise surtout à guider l'évaluation de la FEVG et de la volémie et est réalisée par des cardiologues expérimentés en ETT. Des études soulignent l'intérêt de l'EP pour compléter l'examen clinique, parfois insuffisant.

- Selon Di Bello et al., le fait d'ajouter l'EP après l'examen clinique, un ECG et une radiographie thoracique permet de confirmer le diagnostic initial suspecté devant une dyspnée ou une douleur thoracique dans 25% des cas, de l'enrichir dans 22% des cas et de le modifier dans 26% des cas⁷⁹. D'après Skjetne et al.⁸⁰, l'EP réalisée après l'examen clinique, avant la réalisation de l'ETT standard, modifie le diagnostic initial dans 16% des cas, confirme celui-ci dans 29% des cas, et ajoute un diagnostic supplémentaire dans 10% des cas.

- Penoulas et al. montrent que le diagnostic correct de FEVG altérée par des internes passe de 50% avec l'examen clinique à 75% avec l'addition de l'EP⁸¹.

- Pour estimer la pression dans l'oreillette droite > 10 mmHg, mesurée par cathétérisme droit, les mesures de la VCI par l'EP sont plus sensibles et spécifiques que l'examen clinique seul (67% vs 14%, 82 vs 78%), selon Brennan et al⁸². La concordance globale entre l'EP et l'examen clinique est de 32%.

En ambulatoire, Saha et al.⁸³ décrivent 33% de discordance entre l'évaluation clinique de la volémie et l'analyse de la VCI à l'aide de l'EP. Galderisi et al.⁸⁴ soulignent que l'EP associée à l'examen clinique détecte plus d'anomalies cliniquement significatives (FEVG altérée, dilatation ventriculaire droite ou gauche, hypertrophie ventriculaire gauche, insuffisance aortique, mitrale et tricuspide, dilatation et compliance de la VCI, épanchement pleural), que par l'examen clinique seul (69.7% vs 38.2%), avec l'ETT en gold standard. L'EP surpasse également l'examen clinique pour la détection de dysfonction ventriculaire gauche et droite⁶⁵. Une étude indique que l'EP modifie la stratégie thérapeutique lors d'une consultation dans 63% des cas⁸⁵ et même lors de consultation de suivi réalisées par des infirmières spécialisées, formées à l'EP⁸⁶.

3.2.3. En médecine interne

En médecine interne, certaines études décrivent l'utilisation de l'EP :

- Michon et al.⁸⁷ ont inclus 104 patients de médecine interne. L'EP est réalisée par un interniste ayant suivi 5 demi-journées de formation théorique et 40 vacations de formation pratique. Les examens sont réalisés principalement pour l'évaluation de la volémie par la VCI ou la recherche d'épanchement des séreuses. A posteriori, l'apport clinique de l'EP est classé très intéressant (apport d'un nouveau diagnostic non suspecté à l'examen clinique) ou intéressant (élimination d'une hypothèse ou confirmation d'un diagnostic suspecté à l'examen clinique) dans 78% des cas.

- Martin et al.⁸⁸ ont étudié l'apport de l'EP par rapport à l'examen clinique chez 354 patients de médecine interne, en comparaison à l'ETT. L'EP est réalisée pour les patients ayant une ETT prévue le même jour. Les internistes ont bénéficié d'un entraînement théorique composé de 20 cas sur CD-ROM, puis d'une formation de 6h aux côtés d'un cardiologue et de pratique supervisée de 5 EP. L'EP surpasse l'examen clinique pour diagnostiquer une insuffisance aortique (7% contre 35%), une insuffisance mitrale (15% contre 35%), un épanchement péricardique (59% contre 96%) ou estimer une altération franche de la FEVG (67% contre 88%).

-Mjølstad et al.⁸⁹ ont comparé, chez 196 patients de médecine interne, les diagnostics retenus après l'examen clinique et celui après la réalisation d'un EP par 3 cardiologues ou internistes expérimentés en échocardiographie. Ils ont estimé visuellement la FEVG, les valvulopathies

sténosantes et fuyantes. Ils ont mesuré la VCI, l'oreillette droite et recherché la présence d'un épanchement pleural. Une analyse de l'aorte abdominale, du foie, des reins et de la vessie a également été réalisée. Le diagnostic principal est modifié chez 36 (18%) patients, confirmé chez 38 (20%) patients, un diagnostic supplémentaire est posé pour 18 (9%) patients. Tous les changements de diagnostic ont été confirmés par une ETT standard ou un scanner ou une IRM pour les anomalies abdominales. Ils suggèrent en outre que l'apport clinique de l'EP est plus important chez les plus de 60 ans (n=146), en termes d'ajout, de correction et de vérification des diagnostics (47% de patients sans modifications, contre 70% chez les moins de 60 ans).

Il est à noter que l'âge médian/moyen des patients inclus dans ces études variaient de 60 à 68 ans.

En résumé, l'EP est utilisée en réanimation, aux urgences ou en cardiologie pour guider la démarche diagnostique devant une dyspnée ou une douleur thoracique. Les éléments étudiés varient, il s'agit principalement de la VCI, du péricarde et de la FEVG en situation d'urgence. Devant une dyspnée ou une douleur thoracique, rajouter l'EP à l'examen clinique, l'ECG et la radiographie thoracique, permet d'ajouter un diagnostic dans 10 à 20 % des cas, de confirmer le diagnostic initial dans 25 à 30% des cas, de le modifier dans 20 à 25% des cas. Une analyse qualitative plus poussée (valvulopathies, dilatation des cavités, hypertrophie des parois, cinétique segmentaire, aorte) est possible si l'échographiste est expérimenté et apporte des informations complémentaires à l'examen clinique. En médecine interne, la diversité des pathologies oriente également l'EP vers l'étude des régions pleurale et abdominale.

3.3. Performances comparées à l'ETT

Des études décrivent l'utilisation de l'EP par des cardiologues en ambulatoire, en comparaison avec une ETT standard. L'analyse de la FEVG, de la VCI, du péricarde, et de valvulopathies sévères concordent dans environ 95% des cas^{90,91,92}. Il en est de même lorsque l'EP est utilisée chez les patients hospitalisés^{93,94,95,96}. Elle est également performante pour évaluer l'hypertrophie ventriculaire gauche⁹⁷ et la dilatation ventriculaire gauche.

La pertinence de l'EP est étudiée en médecine interne pour effectuer une évaluation ciblée, au lit du malade, orientée par le contexte clinique^{98, 99}. La spécificité et la sensibilité sont comparables concernant des anomalies échographiques qualitatives retrouvées à l'EP par des internistes et par des cardiologues expérimentés. La concordance globale de l'EP et de l'ETT

est de 70-80%, sauf pour l'épanchement péricardique où elle atteint 99% (IC95%, 96-100)⁸⁹. Les cardiologues surpassent néanmoins les internistes pour certaines anomalies plus complexes (anomalie de la cinétique segmentaire, dysfonction ventriculaire droite, végétations) ou la réalisation de mesures précises (racine aortique, parois ventriculaires gauches)¹⁰⁰.

Toutefois, l'analyse par EP ne remplace pas entièrement l'ETT en service d'échographie qui conserve une bien meilleure résolution, et des modes Doppler (continu, pulsé et tissulaire) non disponibles sur l'EP, indispensables pour la réalisation d'une ETT complète. En effet, l'évaluation des pressions de remplissage gauche et l'évaluation quantitative des valvulopathies nécessitent une analyse multiparamétrique par un échographiste expérimenté. Certains paramètres restent également difficiles à évaluer avec l'EP comme la cinétique segmentaire et focale du ventricule gauche, la masse cardiaque, la fonction ventriculaire droite, la présence de végétations valvulaires ou d'une dissection aortique.

4. Quelle place pour l'échographie portable en Gériatrie ?

L'apport de l'EP en Gériatrie reste très rarement décrit ¹⁰¹.

- Une équipe s'intéresse à son utilisation par des gériatres lors de visites à domicile en Pennsylvanie, en complément de l'examen clinique. Les gériatres ont suivi 4 heures de formation théorique et effectué 3 mois d'entraînement pratique supervisé. Les indications principales étaient l'évaluation de la volémie, une douleur thoracique, une dyspnée ou une rétention d'urine ^{102, 103}. L'âge moyen des patients était de 79 ans. L'EP comprenait l'analyse de la veine jugulaire externe, la VCI, le cœur, les poumons, la vessie et les axes ilio-fémoraux à la recherche de thrombose veineuse profonde (TVP). 16 patients ont été inclus, pendant 22 visites. L'EP a occasionné 14 changements dans la stratégie thérapeutique (soit 64% des visites) : gestion des diurétiques ou imagerie complémentaire. Il est à noter que la mobilité réduite des patients a complexifié l'acquisition des coupes cardiaques classiques (apicale 4 cavités, sous-costale, para-sternale grand et petit axe).

- Fröhlich et al. ¹⁰⁴ s'intéressent à l'usage de l'EP en Gériatrie, par des radiologues, mais plutôt orienté vers une analyse de la région abdominale. Ceux-ci ont réalisé 112 EP en aveugle du contexte clinico-biologique, pour dyspnée (45%), chute (24%) ou fièvre (21%). Les diagnostics

principalement retenus sont l'ascite, la dilatation des veines sus-hépatiques et des lésions kystiques. Après confirmation par une échographie standard, la spécificité et la sensibilité pour les diagnostics abdominaux étaient de 99,6% et 89,5%.

- Un radiologue niçois décrit l'intérêt d'un bilan échographique systématique en unité de court séjour gériatrique. L'âge moyen était de 86 ans. En aveugle du contexte clinico-biologique, il a analysé 501 patients selon un protocole standardisé visant 4 régions : thoracique (plèvre, péricarde, cœur avec estimation de la FEVG), cervicale (ganglions, artères carotides internes), abdominale (VCI, aorte, reins, vésicule biliaire, voies biliaires, péritoine, vessie), membres inférieurs à la recherche de TVP. Un impact positif est défini par l'apport d'une nouvelle information, impliquant un changement significatif dans la prise en charge, à court ou moyen terme. Celui-ci est décrit chez 293 (58%) patients, 116 (23%) à court terme, 177 (35%) à moyen terme. 15 patients ont nécessité un changement thérapeutique en urgence : sondage urinaire pour rétention aiguë d'urine, ponction évacuatrice d'un épanchement pleural abondant, arrêt de l'anticoagulation sur suspicion de néoplasie. Par ailleurs, il retrouve 24 (13,6%) cas d'insuffisance cardiaque, 7 (4%) déshydratations, 1 dissection aortique, 25 (21%) anévrismes de l'aorte abdominale, 16 (9%) sténoses carotidiennes symptomatiques ¹⁰⁵.

- Une étude souligne que la majorité des gériatres n'ont pas encore la formation nécessaire pour l'utilisation de l'EP, mais seraient intéressés pour développer cet outil ¹⁰⁶.

Notre étude concerne l'apport de l'échographie portable réalisée par des gériatres, en service de Gériatrie. Notre hypothèse est que l'échographie portable permet de rectifier fréquemment l'appréciation clinique de la volémie chez les patients hospitalisés en Gériatrie avec suspicion de déséquilibre volémique (HHEC ou DEC). L'objectif principal est de déterminer chez ces patients, le pourcentage de cas où l'échographie portable est discordante avec l'appréciation clinico-biologique de la volémie.

DEUXIEME PARTIE : Article

Apport de l'échographie portable pour l'évaluation de la volémie en gériatrie.

Résumé

Introduction : Les déséquilibres volémiques sont fréquents chez les patients âgés, chez qui les atypies sémiologiques complexifient l'évaluation de la volémie. Le gold standard non invasif pour estimer la volémie repose sur l'échographie transthoracique, dont l'accès est parfois limité. La pression dans l'oreillette droite est estimée grâce à la veine cave inférieure (VCI) qui peut désormais être mesurée par des échographes portables qui tiennent dans une poche. Ils sont utilisables par les gériatres au lit du malade, à moindre coût.

Objectif : Comparer l'évaluation de la volémie par la clinique et la biologie à celle obtenue après la réalisation d'une échographie portable (EP) par un gériatre.

Méthode : Cette étude prospective observationnelle porte sur 38 patients, avec une suspicion de déséquilibre volémique (surcharge, déshydratation), hospitalisés au sein d'un Pôle universitaire de Gériatrie de Novembre 2020 à Juin 2021. Après l'examen clinique standard, le diamètre de la VCI et l'index de collapsibilité (réduction du diamètre à l'inspiration) sont mesurés en coupe sous-costale, par un gériatre ayant suivi 2 demi-journées de formation par un cardiologue.

Résultats : Sur 38 patients, l'âge moyen est de 89 ans, avec 63% de femmes. L'appréciation clinico-biologique et échographique divergeaient dans 20 cas, soit 53% (IC 95% : 37-68%). La discordance la plus fréquente (n=13) était la suspicion clinico-biologique d'hypervolémie chez un patient euvolémique selon l'EP. Une nouvelle hypothèse diagnostique étiologique était retenue après l'EP pour 13 patients (34%, IC 95% : 17-37%), associée à 13 (34%, IC 95% : 17-37%) changements thérapeutiques significatifs (arrêt ou ajout de médicament). Par rapport aux patients sans discordance, les patients avec une discordance entre l'appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie étaient plus jeunes ($p=0,0098$), avaient plus souvent un antécédent de BPCO ($p=0,001$), présentaient moins souvent une variation du poids ($p=0,032$) et une turgescence jugulaire ($p=0,024$), avaient plus souvent une VCI COMPLIANTE ($p=0,010$) et la conclusion de l'EP était plus souvent « euvolémie » ($p=0,002$).

Conclusion : Les échographies portables réalisées en hospitalisation en Gériatrie pour suspicion de déséquilibre volémique fournissent une appréciation de la volémie qui diffère de l'évaluation clinico-biologique dans environ un cas sur deux. L'échographe portable pourrait être un outil pertinent pour aider au diagnostic et à la gestion thérapeutique des déséquilibres volémiques, notamment de l'insuffisance cardiaque.

INTRODUCTION

Les patients âgés, du fait de leurs comorbidités¹, de la polymédication² et du vieillissement physiologique^{3,4}, sont particulièrement sensibles aux déséquilibres volémiques. L'insuffisance cardiaque décompensée et l'insuffisance rénale sévère sont des causes fréquentes d'hypervolémie. Les pertes digestives excessives, la réduction des apports alimentaires et la iatrogénie liée aux diurétiques sont des causes fréquentes d'hypovolémie^{5,6}.

Les signes cliniques classiques permettant d'apprécier l'état d'hydratation du secteur extracellulaire (œdèmes des membres inférieurs (OMI), turgescence jugulaire, crépitements pulmonaires, pli cutané) manquent de sensibilité et de spécificité dans cette population et sont souvent remplacés par une sémiologie d'emprunt aspécifique (chute, confusion, altération de l'état général)^{7,8,9,10}. De même, les signes biologiques sont biaisés par des facteurs confondants. Ainsi, le gériatre peine à apprécier la volémie des patients avec les seuls critères clinico-biologiques^{11, 12}.

L'échographie trans-thoracique (ETT) est l'examen complémentaire non invasif de référence pour l'évaluation de la fonction cardiaque et de la volémie, via l'analyse de la veine cave inférieure (VCI) qui permet d'estimer la pression dans l'oreillette droite¹³.

Le transport jusqu'au service d'échographie peut être inapproprié ou non souhaitable pour des patients dépendants, confus, et/ou instables. Depuis quelques années, des appareils d'échographie portables sont développés. Ils sont utilisables au lit du malade, pour répondre rapidement à une question précise dans un contexte clinique donné, après une formation succincte des praticiens et à moindre coût^{14,15,16}.

Des études valident l'utilisation de l'échographie portable (EP) pour évaluer la VCI et estimer les pressions dans l'oreillette droite en comparaison avec le Gold standard invasif, le cathétérisme cardiaque droit¹⁷. Concernant les EP réalisées par des cardiologues en service de cardiologie ou en ambulatoire, en comparaison avec une ETT standard, l'analyse concorde dans environ 95% des cas^{18,19,20,21}. Au service d'accueil des Urgences, l'EP est utilisée pour guider la prise en charge d'une douleur thoracique aiguë ou d'une dyspnée^{22,23,24,25,26}. La pertinence de l'EP est étudiée en médecine interne, où la spécificité et la sensibilité des anomalies échographiques qualitatives retrouvées à l'EP par des internistes et par des cardiologues expérimentés sont comparables^{27,28}.

Ainsi l'EP pourrait être utile pour compléter ou rectifier l'appréciation clinico-biologique de la volémie chez les patients âgés. A notre connaissance, les apports de l'EP dans les soins gériatriques n'ont été que très peu décrits²⁹. Deux études concernent l'utilisation de l'échographie portable en Gériatrie, mais réalisée par des radiologues^{30,31}. De plus, elles ne concernaient pas spécifiquement la volémie. Une seule étude³² décrit l'EP réalisée par des gériatres, mais lors de visites à domicile, avec des patients plus stables qu'en milieu hospitalier.

Notre objectif principal était de déterminer la fréquence de la discordance entre appréciation clinico-biologique et par EP de la volémie, chez des patients hospitalisés en Gériatrie avec suspicion de trouble de l'hydratation extra-cellulaire. Nos objectifs secondaires étaient de décrire les nouvelles hypothèses étiologiques et les changements thérapeutiques apportés par l'EP, et de rechercher les facteurs associés à la discordance entre l'appréciation de la volémie clinico-biologique et par EP.

METHODES

Patients

Nous avons inclus des patients hospitalisés au sein du pôle de Gériatrie Clinique du CHU de Bordeaux de Novembre 2020 à Juin 2021 dans cette étude observationnelle prospective en soins courants. Outre l'hospitalisation dans les unités de ce pôle (Unités de médecine gériatrique, Unité post-urgence gériatrique, Soins de suite et de réadaptation), les critères d'inclusion comportaient la réalisation d'une EP par un interne ou un gériatre (l'opérateur) pour aide à l'appréciation de la volémie. La réalisation de l'EP était motivée par un doute persistant concernant la prise en charge adéquate après l'appréciation clinico-biologique de la volémie par le gériatre. Le critère d'exclusion était la présence d'une cardiopathie restrictive connue. En faisant l'hypothèse de 30% de discordance entre l'appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie, il était nécessaire d'inclure 81 patients pour estimer le pourcentage de discordance avec une précision de +/- 10%.

Notre étude monocentrique exploite exclusivement et seulement des données de santé recueillies dans le cadre de soins ou d'un suivi médical. Le traitement de données a été déclaré auprès du DPO (délégué à la protection de données) du CHU de Bordeaux.

Données cliniques

Pour chaque patient, les données suivantes ont été recueillies par revue informatique des dossiers : sexe, âge, lieu de vie, niveau de dépendance avant l'admission, estimé à partir des scores ADL (Activités de la vie quotidienne, /6) et IADL (Activités élémentaires de la vie quotidienne, /8), comorbidités principales, cardiopathie connue, traitements cardiologiques en cours. Un examen clinique minutieux était réalisé par l'interne ou le gériatre du service avec recueil du nombre de jours depuis l'entrée en hospitalisation, des constantes, des signes d'insuffisance cardiaque gauche ou droite, des signes de déshydratation. Ils remplissaient ensuite un questionnaire et classaient les patients en 3 catégories, selon leur appréciation clinico-biologique : hypervolémie, euvolémie et hypovolémie. Les hypothèses étiologiques (cause(s) du tableau clinique ayant justifié l'EP) et les modifications thérapeutiques envisagées sur la base de cette appréciation étaient recueillies.

Données biologiques

Les données biologiques du jour ont été recueillies par revue informatique des dossiers : natrémie (mmol/l), kaliémie (mmol/l), créatinine ($\mu\text{mol/l}$), protidémie (g/l), BNP (*Brain natriuretic peptid*) (ng/l), CRP (Protéine C réactive) (mg/l), hémoglobine (g/dl), hématocrite (%), leucocytes (G/l). Le débit de filtration glomérulaire de référence a été estimé selon l'équation CKD-EPI, à partir de la créatinine à l'état stable, antérieure à l'hospitalisation, ou en fin d'hospitalisation.

Données échographiques

Le même jour que l'appréciation clinico-biologique recueillie, l'EP était réalisée par un interne ou un gériatre du pôle. Pour des raisons de faisabilité, l'opérateur pouvait ou non être le même que celui ayant examiné cliniquement le patient. Les opérateurs gériatres séniors (n=6) avaient suivi 2 demi-journées de formation supervisées par des cardiologues, comportant des cours théoriques et de la pratique sur mannequin humain. Les opérateurs internes (n=2) étaient en deuxième année d'internat de Gériatrie et avaient effectué un stage de 6 mois en Cardiologie où ils avaient été entraînés à l'utilisation quotidienne de l'EP.

Notre étude était réalisée avec 3 appareils GE Vscan Extend™ (B), dotés d'une double sonde. Chacun d'eux pesait 321g, mesurait 7,6cm x 16,8cm x 2,0cm. La double sonde mesurait 12,3cm et permettait une analyse des tissus profonds (24cm) avec une fréquence entre 1,7 et 3,8 MHz et des tissus superficiels (8cm) avec une fréquence de 3 à 12 MHz. Ces outils permettaient l'acquisition d'une image en 2 dimensions Mode B, Mode M et le Doppler couleur. Il existait un réglage de la profondeur et du gain, ainsi qu'un outil de mesure des distances.

Les mesures de la VCI étaient réalisées par voie sous-costale, avec idéalement une mesure du diamètre transverse à 2 cm de la jonction avec l'oreillette droite, en expiration puis en inspiration forcée. La VCI était considérée comme dilatée si son diamètre était $> 21\text{mm}$, fine si $< 10\text{mm}$. La compliance de la VCI était définie par un index de collapsibilité $> 50\%$. L'opérateur classait le patient dans la catégorie hypovolémie, si la VCI était fine et compliant, dans la catégorie hypervolémie si la VCI était dilatée et non compliant, dans la catégorie euvolémie, dans les autres cas. L'opérateur indiquait la difficulté d'acquisition des images, son expérience personnelle en termes de nombre d'EP réalisées et le nombre d'EP réalisées chez le patient pendant son hospitalisation. Les hypothèses étiologiques étaient recueillies après l'EP, accompagnées des changements thérapeutiques induits par l'EP.

Critères de jugement

Les appréciations clinico-biologique et échographique de la volémie étaient considérées comme discordantes lorsque les patients n'étaient pas classés dans le même groupe (hypovolémie, euvolémie, hypervolémie) par l'opérateur. Les hypothèses étiologiques regroupaient par exemple l'insuffisance cardiaque, une pneumopathie, une exacerbation de BPCO, une embolie pulmonaire, des œdèmes non cardiogéniques. Tout arrêt ou introduction de nouveau médicament (diurétique, hydratation, antibiotiques, aérosols ...) prescrit après l'EP, et non envisagé après l'appréciation clinico-biologique, était considéré comme un changement thérapeutique significatif.

Statistiques

Chaque variable qualitative a été renseignée en nombre et pourcentage. Pour les variables quantitatives, la médiane et l'intervalle interquartile sont indiqués. La concordance entre l'évaluation clinico-biologique et l'évaluation échographique de la volémie a été déterminée par le coefficient kappa de Cohen. L'analyse statistique des facteurs associés à la discordance

entre les deux méthodes a été réalisée par un test de Mann-Whitney pour les variables quantitatives et par un test de Chi2 pour les variables qualitatives. Une P-value < 0,05 définissait les différences statistiquement significatives.

RESULTATS

Patients

Trente-huit patients, ayant un âge médian de 89 ans, ont été inclus. Vingt-quatre (63%) étaient des femmes, 32 (84%) vivaient à domicile avant l'hospitalisation, 9 (24%) avait un MMSE (*Minimal mental status evaluation*) < 20, le score ADL médian était à 4 (2-5) et le score IADL médian à 2 (1-5). Parmi les comorbidités : 18 (48%) avaient un DFG de référence < 45 ml/min/1,73m², 24 (64%) étaient hypertendus, 15 (40%) étaient diabétiques, 21 (57%) avaient un antécédent de fibrillation atriale paroxystique ou permanente, 4 (11%) avaient une insuffisance cardiaque à FEVG altérée, 11 (29%) avaient une insuffisance cardiaque à FEVG préservée, 11 (29%) avaient une cardiopathie ischémique. Les détails des caractéristiques de la population sont présentés dans le *Tableau 1*.

Présentation clinique

Le délai médian entre l'admission et l'appréciation clinique de la volémie était de 5 (1-13) jours. Elle a été réalisée par 6 gériatres et 5 internes différents (un pour chaque patient). Dix-sept (45%) patients étaient oxygéo-requérants, 10 (25%) avaient des signes de lutte, 21 (55%) présentaient des crépitants bilatéraux à l'auscultation pulmonaire, 25 (66%) présentaient des OMI, 7 (18%) présentaient une turgescence jugulaire. Vingt-deux patients (57%) présentaient une prise de poids, avec un gain médian de 3 (1,5-5,5) kilogrammes. Les paramètres cliniques sont décrits dans le *Tableau 2*.

Biologie

La créatininémie médiane du jour de l'appréciation clinico-biologique était de 101 (61-148) µmol/l. Le taux d'albumine médian était de 30 (25-34) g/l. Sept (18%) patients avaient un BNP < 100ng/L. Les paramètres biologiques sont décrits dans le *Tableau 3*.

Echographies portables

Trente-six (94%) EP ont été réalisées dans un service de Gériatrie aiguë, 2 en SSR. La difficulté d'acquisition d'image était considérée comme modérée pour 19 (50%) patients et comme majeure pour 6 (16%) patients. L'expérience des opérateurs était de moins de 20 EP pour 25 patients (66%), entre 20 et 40 EP pour 11 (26%) patients, de plus de 40 EP pour 2 (5%) patients. Les résultats de l'EP sont décrits dans le *Tableau 4*.

Appréciation de la volémie

Sur la base des données clinico-biologiques, l'opérateur a conclu à une hypovolémie pour 4 (10%) patients, une euvolémie pour 7 (18%) patient, une hypervolémie pour 27 (71%) patients.

Après l'EP, l'opérateur a conclu à une hypovolémie pour 3 (8%) patients, une euvolémie pour 19 (50%) patients, une hypervolémie pour 16 (42%) patients. L'appréciation clinico-biologique et échographique étaient discordantes dans 20 cas, soit 53% (IC 95% : 36,7-68,5%, k de Cohen = 0,12). Après l'examen clinique, 27 patients étaient classés en hypervolémie, seulement 16 après l'EP. Les résultats détaillés sont présentés dans le *tableau 5*. Les patients avec discordance étaient le plus souvent reclassés du statut hypervolémique au statut euvolémique par l'EP.

Par rapport aux patients sans discordance, les patients avec une discordance entre l'appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie étaient significativement plus jeunes ($p=0,0098$), avaient plus souvent un antécédent de BPCO ($p=0,001$), présentaient moins souvent une variation du poids ($p=0,032$), et moins souvent une turgescence jugulaire ($p=0,024$), avaient plus souvent une VCI compliant (p=0,010) et la conclusion de l'EP était plus souvent « euvolémie » ($p=0,002$).

Hypothèses étiologiques

L'insuffisance cardiaque aiguë était une des hypothèses pré-EP chez 31 patients (81%). Une nouvelle hypothèse étiologique était retenue après l'EP pour 13 patients (34%, IC 95% : 17-37%). Il s'agissait pour 11 patients d'infirmier l'origine cardiaque d'une dyspnée ou d'autres signes cliniques évoquant a priori une hypervolémie. Les diagnostics finalement retenus étaient : exacerbation de BPCO (1), pneumopathie (2), embolie pulmonaire (2), syndrome coronarien aigu (1), œdèmes des membres inférieurs non cardiogéniques (insuffisance

veineuse, lymphœdème, syndrome néphrotique) (3), volémie équilibrée (1), déshydratation (1). Deux poussées d'insuffisance cardiaque non suspectées par l'appréciation clinico-biologique ont été diagnostiquées, l'EP ayant été réalisée devant une dyspnée inexpliquée, sans signes francs d'hypervolémie. Les hypothèses étiologiques pré et post-EP sont détaillées dans la *Figure 1a* et la *Figure 1b*.

Modifications thérapeutiques

La réalisation de l'EP était suivie de changements thérapeutiques significatifs (arrêt ou ajout de médicaments) chez 13 patients (34%, IC 95% : 17-37%) : ajout d'aérosols de bronchodilatateurs (1), non introduction de diurétique en association avec les antibiotiques dans le cadre d'une pneumopathie (2), arrêt des diurétiques dans le cadre d'une embolie pulmonaire (2), anticoagulation curative (1), non introduction des diurétiques dans le cadre d'OMI sans hypervolémie (3), non introduction de diurétiques sur une volémie équilibrée (1), arrêt des diurétiques sur déshydratation (1), ajout de diurétiques (2).

DISCUSSION

Dans notre série de patients hospitalisés en Gériatrie, l'appréciation clinico-biologique de la volémie et celle établie par l'analyse de la VCI à l'aide d'une EP réalisée par un gériatre étaient discordantes dans 53% (IC 95% : 36,7-68,5%) des cas. Une nouvelle hypothèse étiologique est retenue après l'EP chez 13 patients (34%, IC 95% : 17-37%), associée à 13 changements thérapeutiques significatifs (ajout ou arrêt d'un médicament).

Population

L'étude a porté sur des patients de l'ensemble du pôle gériatrique du CHU de Bordeaux, incluant 3 hôpitaux et 5 services différents. Notre population est relativement représentative des patients hospitalisés en court séjour gériatrique en Europe. L'âge médian est de 89 ans. On note néanmoins 50% (19) des patients ayant un antécédent d'insuffisance cardiaque, et 29% (11) atteint d'une ICFEP. Ces chiffres sont au-dessus des prévalences habituelles, autour de 10%^{19,20, 21} probablement du fait des critères d'inclusion. En effet, l'étude incluait des patients hospitalisés en contexte aigu, en suspicion de déséquilibre volémique, avec plus de risque de décompensation du fait de la multimorbidité sous-jacente¹.

Appréciation de la volémie

Le nombre de sujets nécessaires pour répondre à notre question principale avec une précision de +/- 10% n'a pas été atteint, mais notre précision reste correcte et le pourcentage de discordance est supérieur à l'hypothèse initiale (50% vs 30%). Il est vraisemblable qu'il y ait eu un plus grand nombre de patients en suspicion de déséquilibre volémique hospitalisés pendant la période d'inclusion. Il est probable que la réalisation de l'EP ait été freinée par les contraintes de temps, de personnels ou d'isolement des patients. Notre pourcentage élevé de discordance entre l'évaluation clinico-biologique et l'EP peut s'expliquer par l'atypie sémiologique des patients âgés, peu présents dans les études sur lesquelles nous nous sommes basés pour ce calcul.

La présence d'une VCI compliant est un facteur associé à la discordance entre l'évaluation clinico-biologique et l'EP. En effet, celle-ci a permis de reclasser dans le groupe « euvolémie » 13 des 27 patients suspectés d'être en hypervolémie. Ce type de reclassement représente la majorité (65%) des discordances totales. Cela évoque que le clinicien a tendance à sur-diagnostiquer l'hypervolémie. La turgescence jugulaire est plus fréquente dans le groupe sans discordance. Cela suggère que le clinicien se trompe moins souvent en présence de ce signe clinique. Ces résultats sont cohérents avec la littérature antérieure où il est décrit comme le signe clinique le plus spécifique³³. Les variations de poids sont plus importantes dans le groupe sans discordance. Cela confirme la pertinence de l'analyse des variations du poids, et souligne l'intérêt de l'EP lorsque celui-ci n'est pas disponible. En effet, le poids du jour est souvent difficile à obtenir en Gériatrie et le poids de base n'est pas toujours connu. La polypathologie peut favoriser la discordance dans notre étude, notamment l'antécédent de BPCO dont l'exacerbation est un diagnostic différentiel d'une poussée d'insuffisance cardiaque gauche. L'âge plus jeune des patients avec une discordance n'est pas clairement expliqué. Il existe une tendance à plus d'EP réalisées en aveugle de l'appréciation clinico-biologique dans le groupe avec discordance. Si elle était confirmée sur un effectif plus grand, cela ferait suspecter une interprétation de l'EP influencée par l'appréciation clinico-biologique.

La littérature antérieure montre des résultats similaires concernant la performance de l'examen clinique pour apprécier la volémie. Selon Stevenson et al.¹², comparés au cathétérisme droit, les crépitants, les œdèmes et le reflux hépato-jugulaire n'atteignaient qu'une spécificité de 58%. En réanimation, la concordance globale entre l'EP et l'examen

clinique est de 32%, selon Brennan et al.³⁴. Après comparaison avec la pression dans l'oreillette droite mesurée au cathétérisme droit, les mesures de la VCI par l'EP sont plus performantes que l'examen clinique seul. En ambulatoire, Saha et al.³⁵ décrit 33% de discordance entre l'évaluation clinique de la volémie et l'analyse de la VCI à l'aide de l'EP.

Apport diagnostique

Après l'EP, 13 (34%) nouvelles hypothèses étiologiques sont évoquées dans notre étude. Cela encourage à poursuivre l'utilisation de l'EP dans la population hospitalisée en Gériatrie. En effet, les diagnostics sont souvent multiples et le gériatre peine à différencier l'insuffisance cardiaque de l'exacerbation de BPCO ou de la pneumopathie. Un diagnostic précoce grâce à l'EP pourrait permettre une prise en charge appropriée plus rapide. Nos résultats sont comparables aux données retrouvées dans les autres services lorsque l'EP est réalisée par des cardiologues, internistes ou urgentistes. Les régions analysées à l'aide de l'EP en médecine interne sont plus diverses (reins, vessie, vésicule biliaire, articulations...) et les définitions de l'apport diagnostique varient. Celui-ci semble augmenter avec l'âge^{36, 37}. En référence à l'ETT standard, l'EP diagnostique d'avantage d'anomalies cliniquement significatives (valvulopathies, altération de la FEVG...) que l'examen clinique (entre 20 et 40% de plus selon les études), que ce soit en médecine interne^{36,38,40} ou en cardiologie^{41, 42,43,44}. Ces études ne comprennent pas toute une analyse de la VCI. Selon Mentuani et al.²³, le diagnostic étiologique exact, devant un patient se présentant aux urgences pour une dyspnée aiguë, augmente de 20 % après l'EP (53% à 77%). Devant une dyspnée ou une douleur thoracique, rajouter l'EP à l'examen clinique, l'ECG et la radiographie thoracique, permet d'ajouter un diagnostic supplémentaire dans 10 à 20 % des cas, de confirmer le diagnostic initial dans 25 à 30% des cas, de le modifier dans 20 à 25% des cas^{45, 37}. L'apport de l'EP dans la stratégie diagnostique serait légèrement plus faible en médecine interne (10 à 15 % de nouveaux diagnostics)^{36, 38, 39}.

Changements thérapeutiques

L'EP a évité l'introduction de diurétiques chez 6 (16 %) patients. L'intérêt de limiter des traitements inutiles et pourvoyeurs d'effets indésirables est d'autant plus important chez le patient âgé, à risque de iatrogénie. L'EP a conduit à l'ajout d'antibiotique chez 2 (10%) patients. L'introduction précoce d'une antibiothérapie adaptée est un enjeu pronostique majeur au cours d'une infection, en particulier chez le patient âgé. De plus, l'EP a induit l'arrêt

des diurétiques pour 2 (10%) patients dans le cadre d'embolies pulmonaires. En effet, une hydratation prudente est préconisée pour maintenir la pré-charge du ventricule droit. On peut donc penser que l'EP permet d'optimiser la prise en charge de certains patients. Les chiffres des études antérieures varient de 58 à 70%, lors de la consultation cardiologiques⁴⁶, même lors de consultations de suivi réalisées par des infirmières spécialisées, formées à l'EP⁴⁷, ou lors de visites des gériatres au domicile de patients âgés³².

Dans une étude niçoise³¹, où un radiologue a réalisé une EP systématique en court séjour gériatrique, les soins hospitaliers ont été modifiés immédiatement chez 36% des patients.

Dans notre étude, la majoration ou la diminution de la posologie des diurétiques n'était pas considérée comme une modification thérapeutique significative. Cette différence dans la définition de l'impact thérapeutique peut expliquer nos chiffres plus bas.

Forces

L'atout principal de notre étude réside dans son originalité par l'analyse de l'utilisation de l'EP en service de Gériatrie, par le gériatre. Le caractère prospectif de l'étude, avec un recueil de données standardisé fixé a priori, renforce la cohérence interne. Elle a été menée sur plusieurs hôpitaux et services différents, impliquant un nombre conséquent de gériatres. Réalisée en pratique courante gériatrique, les résultats sont facilement transposables à la « vraie vie ».

Limites

Concernant le critère de jugement principal de l'étude, l'analyse de la veine cave inférieure est soumise à une variabilité inter-opérateur, comme toutes les mesures échographiques. L'analyse de la VCI pour estimer la pression dans l'oreillette droite est validée^{48,49} mais peut être prise à défaut dans l'insuffisance tricuspide sévère, la cardiomyopathie restrictive, la péricardite chronique constrictive, l'hypertension pulmonaire. Cette seule mesure ne permet pas d'appréhender les pressions dans les cavités gauches et le débit cardiaque.

L'EP est comparée à l'examen clinique en cardiologie pour l'évaluation d'autres anomalies cliniquement significatives : FEVG altérée, dilatation ventriculaire droite ou gauche, hypertrophie ventriculaire gauche, insuffisance aortique, mitrale et tricuspide, dilatation et compliance de la VCI, épanchement pleural. Dans cette étude, nous nous sommes concentrés sur l'évaluation de la volémie car il s'agit, pour le gériatre, d'un questionnement récurrent au cours de l'hospitalisation. De plus, la mesure de la VCI est une compétence plus rapidement

assimilable que l'estimation visuelle de la FEVG ou la détection d'une valvulopathie à l'aide du doppler couleur.

L'analyse échographique en aveugle de la présentation clinico-biologique a été possible dans 42% des cas. L'échocardiographe a lui aussi connaissance du dossier clinique dans la majorité des situations et cela correspond à la pratique clinique réelle. Dans les études antérieures, l'EP était réalisée en aveugle lorsqu'elle était effectuée par des radiologues, qui n'étaient donc pas impliqués dans la prise en charge clinique^{30,31}.

La formation succincte des gériatres à cet outil a pu limiter son utilisation. On constate une difficulté modérée à majeure d'obtention des images dans 66% des cas, qui peut aussi être liée aux patients. Leur expérience limitée en termes de nombre d'EP peut également limiter la fiabilité des mesures. Dans les études similaires où l'EP était réalisée par des non cardiologues, on peut noter un entraînement pratique plus poussé^{36,38,39}. Par ailleurs, les gériatres expriment une nécessité de formation complémentaire pour tenter d'analyser les valvulopathies à l'aide du doppler couleur⁵⁰.

Nous n'avons pas eu recours à un gold standard ou à une analyse rétrospective des dossiers pour valider nos hypothèses étiologiques a posteriori.

Perspectives de l'échographie portable en Gériatrie

L'EP n'est pas aussi performante que l'ETT standard mais permet une analyse dédiée, rapide, sans délai, au lit du patient, adaptée à la situation clinique, par des opérateurs rapidement formés. Les Sociétés américaine et européenne de Cardiologie^{14,15,51} et la Société américaine d'échocardiographie¹⁶ établissent les protocoles de mesures recommandées dans certaines situations cliniques pertinentes. Elles préviennent toutefois sur les limites des images obtenues et sur leur interprétation qui doit rester prudente sans un entraînement adéquat.

Les échographes portables pourraient devenir un atout pour affiner le diagnostic devant une dyspnée inexpliquée et pour orienter la gestion de l'hydratation, ainsi que des traitements diurétiques chez les patients en poussée d'insuffisance cardiaque. Le spectre d'utilisation de l'EP tend à se développer. Elle est utilisable dans d'autres situations cliniques pour évaluer la volémie, comme l'hyponatrémie ou l'insuffisance rénale aiguë par exemple, où le statut volémique fait partie intégrante de l'arbre diagnostique. L'étude d'autres paramètres que la volémie, comme la FEVG et les valvulopathies serait nécessaire pour accroître le potentiel

apport diagnostique de l'EP. L'analyse d'autres régions ou organes est également une piste intéressante, notamment avec l'échographie pleurale^{52,53,54} ou abdominale (reins, vessie, vésicule biliaire). Elle pourrait également guider la réalisation de ponctions liquidiennes, qui, comme en médecine interne, peuvent être variées en Gériatrie.

Ces enjeux sont directement corrélés aux programmes de formation qui ne cessent de se développer. Les gériatres pourraient approfondir leurs connaissances et acquérir les compétences nécessaires pour l'utilisation de l'EP dans leur pratique clinique quotidienne. Ils pourraient alors répondre à des questions ciblées, directement au lit du patient sans avoir recours à l'ETT. Cela permettrait alors d'éviter certaines demandes d'ETT et de prioriser les patients présentant une atteinte sévère ou une cardiopathie sous-jacente.

Des études complémentaires en Gériatrie, incluant plus de patients, sont nécessaires pour approfondir nos résultats et étudier d'autres paramètres : la reproductibilité inter-observateurs (gériatres entre eux, gériatres vs cardiologue), la comparaison de l'EP du gériatre avec l'ETT du cardiologue, l'impact de l'utilisation de l'EP par le gériatre en termes de durée d'hospitalisation, réadmission précoce, ou mortalité.

CONCLUSION

L'appréciation clinico-biologique et par EP de la volémie chez les patients hospitalisés en Gériatrie, est discordante dans environ la moitié des cas lorsque l'EP est réalisée pour suspicion de déséquilibre volémique. Cela est particulièrement vrai en cas d'antécédent de BPCO et en l'absence de variation récente du poids. Cet examen apporte de nouvelles hypothèses diagnostiques (notamment en infirmant des suspicions d'hypervolémie) et modifie les traitements prescrits dans 1 cas sur 3 environ. L'EP pourrait devenir un outil pertinent pour guider la prise en charge des déséquilibres volémiques. La formation des Gériatres à l'échographie portable est un enjeu majeur pour étendre son utilisation, et majorer son apport diagnostique et thérapeutique.

Tableau 1 : Caractéristiques de la population.

Variables	DM (n)	Médiane (IQR) ou n (%)			p
		Total (n=38)	Discordance de l'appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie		
			OUI (n=20)	NON (n=18)	
Age (années)	0	89 (82-92)	85,5 (79-89)	92 (88-94)	0,0098
Femmes	0	24 (63)	13 (65)	11 (61)	0,804
Service :					0,939
UMG	0	36 (94)	19 (95)	17 (94,5)	
SSR	0	2 (5)	1(5)	1 (5,5)	
Lieu de vie :					0,387
Domicile	0	32 (84)	17 (85)	15 (83,5)	
RPA	0	1 (3)	0 (0)	1 (5,5)	
EHPAD	0	4 (10)	3 (15)	1 (5,5)	
USLD	0	1 (3)	0 (0)	1 (5,5)	
IADL	0	2 (1-5)	2 (1-4)	1,5 (0-6)	0,9408
ADL	0	4 (2-5)	4 (2-5,5)	3,75 (2,5-5)	0,8480
MMSE	11	21 (14-23)	22 (14-23)	21 (17-22)	0,7138
IMC (kg/m ²)	3	25 (19-26)	24 (19-30)	25 (20-26)	0,7775
DFG < 45 ml/min/1,73m ²	0	19 (50)	8 (40)	11 (61)	0.194
BPCO	0	12 (32)	11 (55)	1 (5,5)	0,001
Diabète	0	15 (40)	8 (40)	7 (39)	0,944
HTA	0	24 (63)	10 (50)	14 (78)	0,076
AOMI	0	2 (5)	1 (5)	1 (5,5)	0,939
FA	0	21 (55)	11 (55)	10 (55,5)	0,973
IC	0	19 (50)	9 (45)	10 (55,5)	0,516
FEVG altérée	0	4 (11)	1 (5)	3 (17)	0,242
ICFEP	0	11 (29)	5 (25)	6 (33)	0,572
Cardiopathie ischémique	0	11 (29)	5 (25)	6 (33)	0,572
CMH	0	2 (5)	1 (5)	1 (5,5)	0,939
CMD	0	1 (3)	1 (5)	0 (0)	0,336
Cardiopathie valvulaire	0	8 (21)	4 (20)	4 (22)	0,867
IT sévère	0	2 (5)	1 (5)	1 (5,5)	0,939
Traitements :					
Diurétique de l'anse	0	19 (50)	8 (40)	11 (61)	0,194
Thiazidiques	0	2 (5)	0 (0)	2 (11)	0,126
Anti-aldostérone	0	4 (11)	1 (5)	3 (17)	0,242
Béta-bloquant	0	14 (37)	6 (30)	8 (44)	0,357
IEC / ARA2	0	10 (26)	5 (25)	5 (28)	0,846
Anti-calciques	0	7 (18)	3 (15)	4 (22)	0,566
Cordarone	0	6 (16)	5 (25)	1 (5,5)	0,101

DM : données manquantes. UMG : Unité de médecine gériatrique, court séjour. SSR : soins de suite et réadaptation. RPA : Résidence pour personnes âgées. EHPAD : Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes. USLD : Unité de soins de longue durée. IADL : instrumental activities of daily living (activités élémentaires de la vie quotidienne). ALD : activities of daily living (activités de la vie quotidienne). MMSE : Mini-mental state examination. IMC : Indice de masse corporelle. DFG : Débit de filtration glomérulaire, estimé selon l'équation CKD-EPI, à partir de la créatinémie à l'état stable, antérieure à l'hospitalisation, ou en fin d'hospitalisation. BPCO : broncho-pneumopathie obstructive chronique. HTA : Hypertension artérielle. AOMI : Artériopathie des membres inférieurs. FA : Fibrillation auriculaire. IC : Insuffisance cardiaque. FEVG altérée : < 40%. ICPEP : Insuffisance cardiaque à FEVG préservée (> 50%). CMH : Cardiomyopathie hypertrophique. CMD : Cardiomyopathie dilatée. IT : insuffisance tricuspide sévère. IEC : Inhibiteur enzyme de conversion. ARA 2 : Antagoniste récepteurs de l'angiotensine 2.

Tableau 2 : Présentation clinique de la population.

Variables	DM (n)	Médiane (IQR) ou n (%)			p
		Total (n=38)	Discordance de l'appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie		
			OUI (n=20)	NON (n=18)	
Examen clinique :					
Jours depuis entrée	0	5 (1-13)	5 (2-13)	4,5 (1-10)	0,4367
Par senior	0	22 (58)	10 (50)	12 (67)	0,299
Par interne	0	16 (42)	10 (50)	6 (33)	
Variation poids	6				0,032
Non		13 (34)	10 (50)	3 (17)	
Perte		3 (8)	0 (0)	3 (17)	
Gain		22 (57)	10 (50)	12 (66)	
Prise de poids (kg, n=22)		3 (1,5-5,5)			
PA s (mmHg)	0	123 (103-142)	108 (100-131)	134 (120-147)	0,0592
PA d (mmHg)	0	60 (47-75)	60 (48-70)	59 (47-80)	0,4646
FC (/minute)	0	84 (70-92)	86 (69-91)	82 (72-94)	0,6502
FR (/minute)	0	22,5 (18-28)	21 (18-26)	24 (18-28)	0,5181
SpO2 (%)	0	95 (94-97)	95 (93-97)	95 (94-98)	0,6344
Oxygénothérapie	0	17 (45)	10 (50)	7 (39)	0,492
Débit d'O2 (l/min)	0	2 (1-2)			
Orthopnée déclarée/ objectivée	0	8 (21) 5 (13)/ 3 (8)	3 (15) 1 (5)/2 (10)	5(28) 4 (22)/ 1 (5,5)	0,335
Foyer de crépitants	0	3 (8)	1 (5)	2 (11)	0,485
Crépitan bilatéraux	0	21 (55)	10 (50)	11 (61)	0,492
Sibilants	0	11 (29)	7 (35)	4 (22)	0,386
Ronchis	0	8 (21)	4 (20)	4 (22)	0,867
Frein expiratoire	0	11 (29)	6 (30)	5 (28)	0,880
Signes de lutte	0	10 (25)	6 (30)	4 (22)	0,587
OMI	0	25 (66)	13 (65)	12 (66)	0,914
RHJ	0	14 (37)	5 (25)	9 (50)	0,111
TJ	0	7(18)	1 (5)	6 (33)	0,024
Muqueuses sèches	0	7(18)	3 (15)	4 (22)	0,566
Pli cutané	0	1 (3)	1 (5)	0 (0)	0,336
Conclusion de l'appréciation clinico- biologique :					0,583
Hypovolémie	0	4 (10)	3 (15)	1 (5,5)	
Euvolémie	0	7 (18)	3 (15)	4 (22)	
Hypervolémie	0	27 (71)	14 (70)	13 (72,5)	

PA s : pression artérielle systolique. PA d : pression artérielle diastolique. FC : fréquence cardiaque. FR : fréquence respiratoire. SpO2 : saturation en oxygène. OMI : œdèmes des membres inférieures. RHJ : reflux hépato-jugulaire. TJ : turgescence jugulaire.

Tableau 3 : Caractéristiques biologiques de la population.

Variables	DM (n)	Médiane (IQR)			p
		Total (n=38)	Discordance de l'appréciation clinico- biologique et échographique de la volémie		
			OUI (n=20)	NON (n=18)	
Albumine	0	30 (25-34)	30 (24-35)	28 (25-32)	0,5191
Créatininémie du jour ($\mu\text{mol/l}$)	0	101(61-148)	82 (57-137)	116 (70-162)	0,2602
Natrémie (mmol/l)	0	139 (135-142)	138 (134-142)	139 (135-143)	0,7469
Kaliémie (mmol/l)	0	3,9 (3,7-4,3)	3,95 (3,7-4,2)	3,9 (3,4-4,8)	0,8722
Protéïnémie (g/l)	0	64 (57-73)	65 (58-76)	64 (57-73)	0,5881
BNP (ng/l)	6	529 (161-804)	354 (141-665)	592 (200-823)	0,3955
BNP < 100 pg/L	6	7 (22)	4 (20)	3 (16)	0,810
CRP (mg/l)	0	38 (12-98)	30 (12-61)	76 (10-140)	0,2665
Leucocytes (G/l)	0	8,5 (6,5-13)	8,4 (5,9-14,8)	8,8 (7,4-11)	0,7366
Hémoglobine (g/dl)	0	10,5 (9,5-11,9)	10,2 (9,5-11,4)	10,7 (9,5-12)	0,5783
Hématocrite (%)	0	32 (29-36)	32 (29-36)	32 (29-37)	0,8375

DFG : Débit de filtration glomérulaire, estimé à l'aide de la formule CKD-EPI. BNP : Brain natriuretic peptide, peptide natriurétique. CRP : C reactiv protein, protéine C réactive.

Tableau 4 : Caractéristiques échographiques de la population.

Variables	DM (n)	Médiane (IQR) ou n (%)			p
		Total (n=38)	Discordance de l'appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie		
			OUI (n=20)	NON (n=18)	
Echographie portable (EP)					
Par sénior	0	34 (89)	17 (85)	17 (94,5)	0,344
Par interne	0	4 (11)	3 (15)	1 (5,5)	
En aveugle de la présentation clinico-biologique	0	16 (42)	11 (55)	5 (28)	0,090
Rang de l'échographie au cours du séjour	0	36 (94)	19 (95)	17 (94,5)	0,939
1	0	2 (5)	1 (5)	1 (5,5)	
2					
Expérience échographiste					0,362
< 20 EP	0	25 (66)	13 (65)	12 (66)	
20-40 EP	0	11 (26)	5 (25)	6 (34)	
> 40 EP	0	2 (5)	2 (10)	0 (0)	
Difficulté d'acquisition des images					0,408
Aucune	0	2 (5)	1 (5)	1 (5,5)	
Faible	0	11 (29)	8 (40)	3 (17)	
Modérée	0	19 (50)	9 (45)	10 (50,5)	
Majeure	0	6 (16)	2 (10)	4 (22)	
VCI					
Diam expiration (mm)	19	19 (17-21)	19 (18-21)	18,5 (17-21)	0,7793
Diam inspiration (mm)	22	17 (15-18)	16 (13-16)	17 (15-19)	0,1976
Dilatée (> 21mm)	0	10 (26)	1 (5)	1 (5,5)	0,634
10-21 mm	0	26 (69)	15 (75)	11 (61)	
Collabée (< 10mm)	0	2 (5)	4 (20)	6 (33,5)	
VCI Compliance	0	21 (65)	15 (75)	6 (33)	0,010
Conclusion EP					0,002
Hypovolémie	0	3 (8)	2 (10)	1 (5,5)	
Euvolémie	0	19 (50)	15 (75)	4 (22)	
Hypervolémie	0	16 (42)	3 (15)	13 (72,5)	

EP : échographie portable. VCI : Veine cave inférieure. Diam expiration : diamètre de la veine cave inférieure en expiration.

Diam inspiration : diamètre de la veine cave inférieure après inspiration forcée.

Tableau 5 : Appréciation clinico-biologique et échographique de la volémie.

Clinico-biologique	Echographie portable				Discordance (%)	Coefficient Kappa
	Hypovolémie	Euvolémie	Hypervolémie	Total		
Hypovolémie	1	2	1	4	53 IC 95% : (36,7-68,5%)	0,12
Euvolémie	1	4	2	7		
Hypervolémie	1	13	13	27		
Total	3	19	16	38		

Figure 1a. : Hypothèses étiologiques pré- et post-échographies portables.

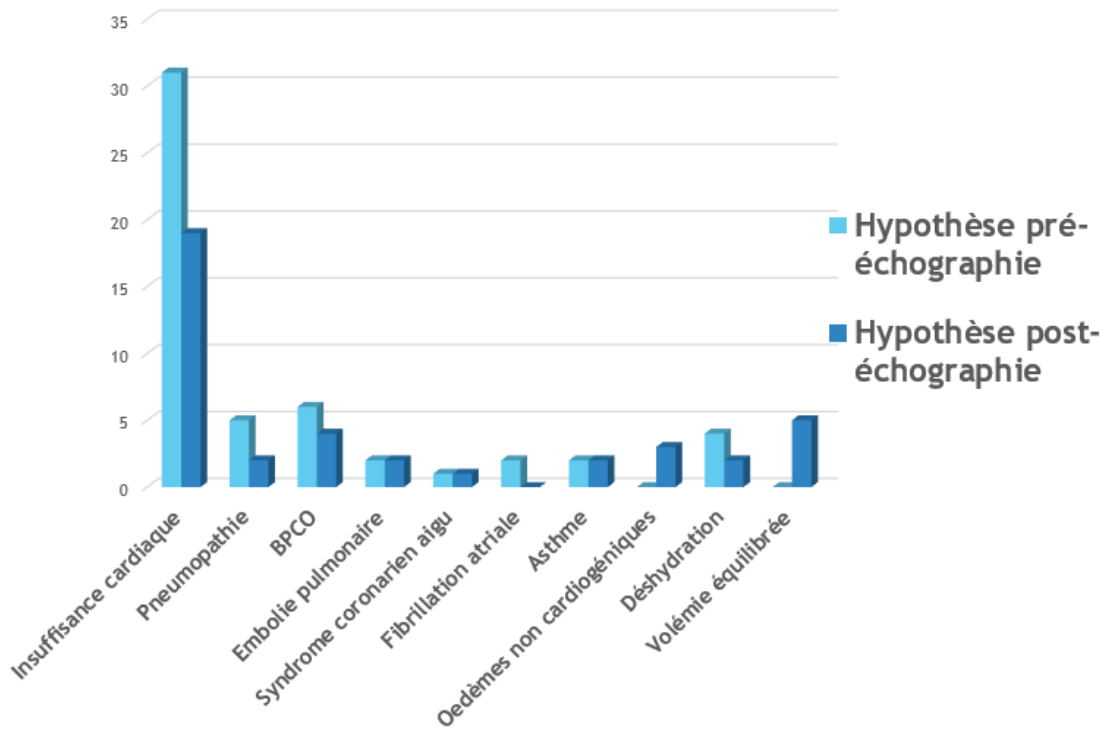
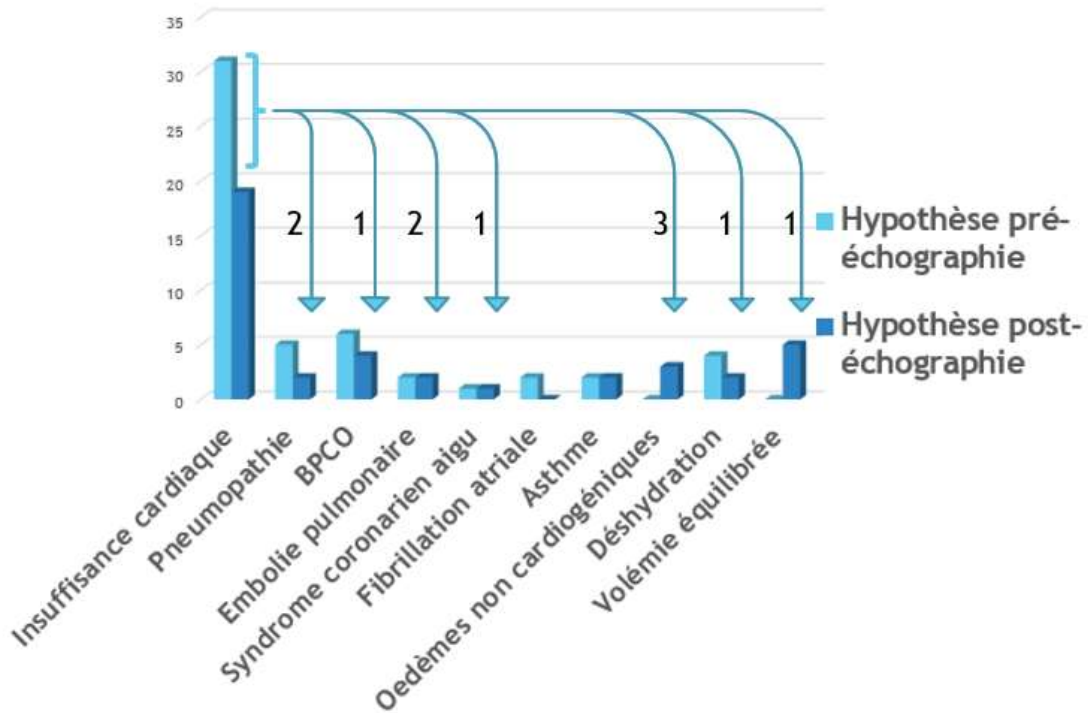


Figure 1b : Changement de l'hypothèse étiologique après l'échographie portable, lorsqu'une insuffisance cardiaque était infirmée.



Bibliographie Article

- (1) Clerencia-Sierra et al. Multimorbidity Patterns in Hospitalized Older Patients: Associations among Chronic Diseases and Geriatric Syndromes. *PLoS One*. 2015; 10(7): e0132909. Published online 2015 Jul 24. doi: 10.1371/journal.pone.0132909
- (2) Payne et al. The epidemiology of polypharmacy. *Clin Med (Lond)* . 2016 Oct;16(5):465-469. doi: 10.7861/clinmedicine.16-5-465.
- (3) Daroux et al. Renal aging: risk factors and nephroprotection. *Presse Med*. 2009 Nov;38(11):1667-79. doi: 10.1016/j.lpm.2008.12.027. Epub 2009 Mar 20.
- (4) O'Rourke et al. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *J Am Coll Cardiol*. 2007 Jul 3;50(1):1-13. doi: 10.1016/j.jacc.2006.12.050.
- (5) Collège universitaire des enseignants de néphrologie, Anomalies du bilan de l'eau et du sodium - Article complet, Internet, www.cuen.fr
- (6) Florent Guerville, Cédric Villain, Jean-Baptiste Beuscarte. Troubles de l'hydratation, désordres hydroélectrolytiques, insuffisances rénales aiguës des personnes âgées. *Traité de Médecine EMC Akos*, en cours d'édition.
- (7) Manzano et al. Diagnosis of elderly patients with heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2012 Oct;14(10):1097-103. doi: 10.1093/eurjhf/hfs109. Epub 2012 Jul 6.
- (8) Panjra et al. Diagnosis and Management of Heart Failure in Older Adults. *Heart Fail Clin*. 2017 Jul;13(3):427-444. doi: 10.1016/j.hfc.2017.02.002.
- (9) Trullàs et al. Difficulties in the diagnosis of heart failure in patients with comorbidities *Rev Clin Esp (Barc)*. Jun-Jul 2016;216(5):276-85. doi: 10.1016/j.rce.2015.10.001. Epub 2015 Dec 1.
- (10) Lien et al. Heart failure in frail elderly patients: diagnostic difficulties, co-morbidities, polypharmacy and treatment dilemmas
- (11) Ahmed et al. Diagnosis of heart failure in older adults: predictive value of dyspnea at rest *Arch Gerontol Geriatr*. May-Jun 2004;38(3):297-307. doi: 10.1016/j.archger.2003.12.001.
- (12) Stevenson et al. The Limited Reliability of Physical Signs for Estimating Hemodynamics in Chronic Heart Failure, *JAMA*. 1989;261(6):884-888. doi:10.1001/jama.1989.03420060100040
- (13) Lang et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015 Jan;28(1):1-39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
- (14) Spencer et al. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* . 2013 Jun;26(6):567-81. doi: 10.1016/j.echo.2013.04.001.
- (15) Chamsi-Pasha et al. Handheld Echocardiography: Current State and Future Perspectives. *Circulation*. 2017 Nov 28;136(22):2178-2188. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.026622.
- (16) Via et al. International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr* . 2014 Jul;27(7):683.e1-683.e33. doi: 10.1016/j.echo.2014.05.001.
- (17) Gunst et al. Accuracy of cardiac function and volume status estimates using the bedside echocardiographic assessment in trauma/critical care. *J Trauma*. 2008 Sep;65(3):509-16. doi: 10.1097/TA.0b013e3181825bc5.

- (18) Vouvouri et al. Screening for left ventricular dysfunction using a hand-carried cardiac ultrasound device. *Eur J Heart Fail.* 2003 Dec;5(6):767-74. doi: 10.1016/s1388-9842(03)00155-7
- (19) Galasko et al. Portable Echocardiography: An Innovative Tool in Screening for Cardiac Abnormalities in the Community. *Eur J Echocardiogr.* 2003 Jun;4(2):119-27. doi: 10.1053/euje.2002.0627.
- (20) Scholten et al. Hand-held miniaturized cardiac ultrasound instruments for rapid and effective bedside diagnosis and patient screening. *J Eval Clin Pract.* 2005 Feb;11(1):67-72.
- (21) Bruce et al. Utility of hand-carried ultrasound devices used by cardiologists with and without significant echocardiographic experience in the cardiology inpatient and outpatient settings. *Am J Cardiol.* 2002 Dec 1;90(11):1273-5. doi: 10.1016/s0002-9149(02)02853-9.
- (22) Kennedy et al. The "5Es" of emergency physician-performed focused cardiac ultrasound: a protocol for rapid identification of effusion, ejection, equality, exit, and entrance. *Acad Emerg Med.* 2015 May;22(5):583-93. doi: 10.1111/acem.12652. Epub 2015 Apr 22.
- (23) Mentuani et al. Point-of-Care Multi-Organ Ultrasound Improves Diagnostic Accuracy in Adults Presenting to the Emergency Department with Acute Dyspnea. *West J Emerg Med.* 2016 Jan;17(1):46-53. doi: 10.5811/westjem.2015.11.28525.
- (24) Sforza et al. Diagnostic performance of multi-organ ultrasound with pocket-sized device in the management of acute dyspnea. *Cardiovasc Ultrasound.* 2017 Jun 19;15(1):16. doi: 10.1186/s12947-017-0105-8.
- (25) Kimura et al. Screening cardiac ultrasonographic examination in patients with suspected cardiac disease in the emergency department. *Am Heart J.* 2001 Aug;142(2):324-30. doi: 10.1067/mhj.2001.116475.
- (26) Yanagawa et al. Early Diagnosis of Hypovolemic Shock by Sonographic Measurement of Inferior Vena Cava in Trauma Patients. *J Trauma.* 2005 Apr;58(4):825-9. doi: 10.1097/01.ta.0000145085.42116.a7.
- (27) DeCara et al. The Use of Small Personal Ultrasound Devices by Internists Without Formal Training in Echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2003 Jun;4(2):141-7. doi: 10.1053/euje.2002.0617.
- (28) Matin et al. Hospitalist Performance of Cardiac Hand-Carried Ultrasound After Focused Training. *Am J Med.* 2007 Nov;120(11):1000-4. doi: 10.1016/j.amjmed.2007.07.029
- (29) Schumacher et al. Point of Care Ultrasound by Primary Care Physicians and Geriatricians: Old Adults, New Technology, Potential Benefits and Burdens, *J Gerontol Geriatr Res* 2012, 1:1 DOI: 10.4172/2167-7182.1000102
- (30) Fröhlich et al. Point of Care Ultrasound in Geriatric Patients: Prospective Evaluation of a Portable Handheld Ultrasound Device. *Ultraschall Med* 2020 Jun;41(3):308-316. doi: 10.1055/a-0889-8070.
- (31) Azulay et al. Impact of a routine point-of-care ultrasound screening on short and long-term care of older adults, HAL Id: dumas-02326763, <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02326763>
- (32) Bonnel et al. Using Point-of-Care Ultrasound on Home Visits: The Home-Oriented Ultrasound Examination (HOUSE). *J Am Geriatr Soc.* 2019 Dec;67(12):2662-2663. doi: 10.1111/jgs.16188
- (33) Drazner et al. Value of clinician assessment of hemodynamics in advanced heart failure: the ESCAPE trial. *Circ Heart Fail.* 2008 Sep;1(3):170-7. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.769778
- (34) Brennan et al. A comparison by medicine residents of physical examination versus hand-carried ultrasound for estimation of right atrial pressure. *Am J Cardiol.* 2007 Jun 1;99(11):1614-6. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.01.037.
- (35) Saha et al. Outpatient Use of Focused Cardiac Ultrasound to Assess the Inferior Vena Cava in Patients With Heart Failure. *Am J Cardiol.* 2015 Oct 15;116(8):1224-8. doi: 10.1016/j.amjcard.2015.07.040

- (36) Mjølstad et al. Routinely adding ultrasound examinations by pocket-sized ultrasound devices improves inpatient diagnostics in a medical department. *Eur J Intern Med.* 2012 Mar;23(2):185-91. doi: 10.1016/j.ejim.2011.10.009
- (37) Skjetne et al. Diagnostic influence of cardiovascular screening by pocket-size ultrasound in a cardiac unit *Eur J Echocardiogr.* 2011 Oct;12(10):737-43. doi: 10.1093/ejechocard/jer111. Epub 2011 Aug 4.
- (38) Martin et al. Hand-carried ultrasound performed by hospitalists: does it improve the cardiac physical examination? *Am J Med.* 2009 Jan;122(1):35-41. doi: 10.1016/j.amjmed.2008.07.022.
- (39) Michon and al. Use of pocket-sized ultrasound in internal medicine (hospitalist) practice: Feedback and perspectives. *Rev Med Interne.* 2019 Apr;40(4):220-225. doi: 10.1016/j.revmed.2018.07.003
- (40) Andersen et al. Feasibility and accuracy of point-of-care pocket-size ultrasonography performed by medical students. *BMC Med Educ.* 2014 Jul 28;14:156. doi: 10.1186/1472-6920-14-156
- (41) Galderisi et al. Improved cardiovascular diagnostic accuracy by pocket size imaging device in non-cardiologic outpatients: the NaUSiCa (Naples Ultrasound Stethoscope in Cardiology) study. *Cardiovasc Ultrasound.* 2010 Nov 26;8:51. doi: 10.1186/1476-7120-8-51.
- (42) Sforza et al. Diagnostic performance of multi-organ ultrasound with pocket-sized device in the management of acute dyspnea. *Cardiovasc Ultrasound.* 2017 Jun 19;15(1):16. doi: 10.1186/s12947-017-0105-8.
- (43) Penoulas et al. Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2013 Apr;14(4):323-30. doi: 10.1093/ehjci/jes140. Epub 2012 Jul 24.
- (44) Mehta et al. Handheld ultrasound versus physical examination in patients referred for transthoracic echocardiography for a suspected cardiac condition. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014 Oct;7(10):983-90. doi: 10.1016/j.jcmg.2014.05.011.
- (45) Di Bello et al. Incremental Value of Pocket-Sized Echocardiography in Addition to Physical Examination during Inpatient Cardiology Evaluation: A Multicenter Italian Study (SIEC). *Echocardiography.* 2015 Oct;32(10):1463-70. doi: 10.1111/echo.12910
- (46) Gorcsan et al. Influence of hand-carried ultrasound on bedside patient treatment decisions for consultative cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004 Jan;17(1):50-5. doi: 10.1016/j.echo.2003.10.005.
- (47) Gundersen et al. Adding point of care ultrasound to assess volume status in heart failure patients in a nurse-led outpatient clinic. A randomised study. *Heart.* 2016 Jan;102(1):29-34. doi: 10.1136/heartjnl-2015-307798.
- (48) Kircher et al. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol.* 1990 Aug 15;66(4):493-6. doi: 10.1016/0002-9149(90)90711-9.
- (49) Ommen et al. Assessment of right atrial pressure with 2-dimensional and Doppler echocardiography: a simultaneous catheterization and echocardiographic study. *Mayo Clin Proc.* 2000 Jan;75(1):24-9. doi: 10.4065/75.1.24.
- (50) Leone et al. Geriatricians' Interest to Learn Bedside Portable Ultrasound (GEBUS) for Application in the Clinical Practice and in Education. *J Am Med Dir Assoc.* 2012 Mar;13(3):308.e7-10. doi: 10.1016/j.jamda.2011.06.002.
- (51) Neskovic et al. Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging, Volume 19, Issue 5, May 2018, Pages 475–481, <https://doi.org/10.1093/ehjci/jey006>*

(52) Zoccali et al. A randomized multicenter trial on a lung ultrasound guided treatment strategy in patients on chronic hemodialysis with high cardiovascular risk . *Kidney Int.* 2021 Aug 18;S0085-2538(21)00748-1. doi: 10.1016/j.kint.2021.07.024. Online ahead of print.

(53) Ticinesi et al. The Geriatric Patient: The Ideal One for Chest Ultrasonography? A Review From the Chest Ultrasound in the Elderly Study Group (GRETA) of the Italian Society of Gerontology and Geriatrics (SIGG). *J Am Med Dir Assoc.* 2020 Apr;21(4):447-454.e6. doi: 10.1016/j.jamda.2019.06.018. Epub 2019 Aug 6.

(54) Maw et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Lung Ultrasonography and Chest Radiography in Adults With Symptoms Suggestive of Acute Decompensated Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open* . 2019 Mar 1;2(3):e190703. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.0703

Annexes

Annexe 1 : Echelle IADL, Instrumental activities of daily living, activités élémentaires de la vie quotidienne

Médicaments	
Est responsable de la prise de ses médicaments (doses et rythmes corrects)	1
Est responsable de la prise de ses médicaments si les doses ont été préparées à l'avance	0
Est incapable de prendre seul ses médicaments même si ceux-ci ont été à l'avance	0
Non réalisable	0
Utilisation du téléphone	
Se sert normalement du téléphone	1
Compose quelques numéros très connus	1
N'utilise pas du tout le téléphone spontanément	1
Incapable d'utiliser le téléphone	0
Non réalisable	0
Gestion du Budget	
Gère ses finances de façon autonome	1
Se débrouille pour les achats quotidiens, mais a besoin d'aide pour les opérations à la banque et les achats importants	1
Incapable de manipuler l'argent	0
Non applicable, n'a jamais manipulé l'argent	0
Non réalisable	0
Transports	
Utilise les moyens de transport de façon indépendante ou conduit sa propre voiture	1
Organise ses déplacements en taxi ou n'utilise aucun moyen de transport public	1
Utilise les transports publics avec l'aide de quelqu'un	1
Déplacements limités en taxi ou en voiture avec l'aide de quelqu'un	0
Non réalisable	0
Courses	
Fait les courses	1
Fait quelques courses normalement (nombre limité d'achats)	0
Doit être accompagné pour faire ses courses	0
Complètement incapable de faire ses courses	0
Repas	
Prévoit, prépare et sert normalement les repas	1
Prépare normalement les repas si les ingrédients lui sont fournis	0
Réchauffe ou sert des repas qui sont préparés, ou prépare de façon inadéquate les repas	0
Il est nécessaire de lui préparer les repas et de les lui servir	0
Non applicable, n'a jamais préparé de repas	0
Ménage	
Entretient sa maison seul ou avec une aide occasionnelle	1
Effectue quelques tâches quotidiennes légères telles que faire les lits, laver la vaisselle	1
Effectue quelques tâches quotidiennes, mais ne peut maintenir un état de propreté normal	1
A besoin d'aide pour tous les travaux d'entretien ménager	1
Est incapable de participer à quelque tâche ménagère que ce soit	0
Non applicable, n'a jamais eu d'activités ménagères	0
Lessive	
Effectue totalement sa blanchisserie personnelle	1
Lave des petits articles (chaussettes, bas)	1
Toute la blanchisserie doit être faite par d'autres	0
Non applicable, n'a jamais effectué de blanchisserie	0
Score IADL (0 dépendant - 8 autonome) —	

Annexe 2 : Echelle ADL, *Activities of daily living*, activités de la vie quotidienne

ÉCHELLE A. D. L. (aide-soignante, infirmière)		ADL de base date :
Toilette	Aucune aide	1
	Aide pour une seule partie du corps	0,5
	Aide pour plusieurs parties du corps ou toilette impossible	0
Habillage	Aucune aide	1
	Aide pour lacer ses chaussures, boutonner, fermer une fermeture Eclair	0,5
	Aide pour prendre ses vêtements ou s'habiller	0
Aller aux W.C. (se déplacer, s'essuyer et se rhabiller)	Aucune aide humaine (peut utiliser canne, fauteuil roulant,...)	1
	Besoin d'une aide	0,5
	Ne va pas aux W. C.	0
Transfert/ locomotion	Aucune aide pour entrer et sortir du lit, s'asseoir ou se lever d'une chaise, se déplacer (peut utiliser une aide technique de marche)	1
	Besoin d'aide	0,5
	Ne quitte pas le lit	0
Continence	Contrôle complet urine et selle	1
	Incontinence occasionnelle	0,5
	Incontinence totale, nécessité de sondage ou surveillance permanente	0
Alimentation	Aucune aide	1
	Aide pour couper la viande ou beurrer le pain	0,5
	Aide complète ou alimentation artificielle	0
Score total		

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

Bibliographie

- ¹ Collège universitaire des enseignants de néphrologie, Anomalies du bilan de l'eau et du sodium - Article complet, Internet, www.cuen.fr
- ² Florent Guerville, Cédric Villain, Jean-Baptiste Beuscarte. Troubles de l'hydratation, désordres hydroélectrolytiques, insuffisances rénales aiguës des personnes âgées. *Traité de Médecine EMC Akos*, en cours d'édition.
- ³ Collège universitaire des enseignants de néphrologie, Internet, http://cuen.fr/lmd/IMG/pdf/chapitre_entier_-_publication_du_cuen_physiologie_et_physiopathologie_renales.pdf
- ⁴ Drazner et al. Value of clinician assessment of hemodynamics in advanced heart failure: the ESCAPE trial. *Circ Heart Fail*. 2008 Sep;1(3):170-7. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.769778.
- ⁵ Cours SIDES DES de Gériatrie, phase socle, « Démarche diagnostique devant une déshydratation », Internet, <https://sides.uness.fr>
- ⁶ Ponikowsk et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC . *European Heart Journal*, Volume 37, Issue 27, 14 July 2016, Pages 2129–2200, <https://doi-org.docelec.u-bordeaux.fr/10.1093/eurheartj/ehw128>
- ⁷ Januzzi et al. NT-proBNP testing for diagnosis and short-term prognosis in acute destabilized heart failure: an international pooled analysis of 1256 patients: The International Collaborative of NT-proBNP Study. *European Heart Journal*, Volume 27, Issue 3, February 2006, Pages 330–337, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi631>
- ⁸ Hildebrandt et al. Age-dependent values of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide are superior to a single cut-point for ruling out suspected systolic dysfunction in primary care. *European Heart Journal*, Volume 31, Issue 15, August 2010, Pages 1881–1889, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq163>
- ⁹ Cours SIDES DES de Gériatrie, phase socle, « Démarche diagnostique devant une dysnatrémie », Internet, <https://sides.uness.fr>
- ¹⁰ Martin et al. Renal ageing. *J Pathol* 2007 Jan;211(2):198-205. doi: 10.1002/path.2111.
- ¹¹ Epstein et al. Aging and the kidney . *J Am Soc Nephrol*. 1996 Aug;7(8):1106-22. doi: 10.1681/ASN.V781106.
- ¹² Daroux et al. Renal aging: risk factors and nephroprotection. *Presse Med*. 2009 Nov;38(11):1667-79. doi: 10.1016/j.lpm.2008.12.027. Epub 2009 Mar 20.
- ¹³ O'Rourke et al. Mechanical factors in arterial aging: a clinical perspective. *J Am Coll Cardiol*. 2007 Jul 3;50(1):1-13. doi: 10.1016/j.jacc.2006.12.050.
- ¹⁴ Bazan et al. Increased aortic arch calcification in patients older than 75 years: implications for carotid artery stenting in elderly patients *J Vasc Surg*. 2007 Nov;46(5):841-5. doi: 10.1016/j.jvs.2007.06.048.
- ¹⁵ Tsamis et al. Elastin and collagen fibre microstructure of the human aorta in ageing and disease: a review. *J R Soc Interface* . 2013 Mar 27;10(83):20121004. doi: 10.1098/rsif.2012.1004. Print 2013 Jun 6.
- ¹⁶ Clerencia-Sierra et al. Multimorbidity Patterns in Hospitalized Older Patients: Associations among Chronic Diseases and Geriatric Syndromes. *PLoS One*. 2015; 10(7): e0132909. Published online 2015 Jul 24. doi: 10.1371/journal.pone.0132909

-
- ¹⁷ Santé Publique France, CépiDc-Inserm, Internet, <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/les-causes-medicales-de-deces-en-france-en-2004-et-leur-evolution-1980-2004>
- ¹⁸ Chow et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries. *JAMA*. 2013 Sep 4;310(9):959-68. doi: 10.1001/jama.2013.184182.
- ¹⁹ Riet et al. Epidemiology of heart failure: the prevalence of heart failure and ventricular dysfunction in older adults over time. A systematic review. *Circulation*, 2008 ,185(3): 242-252. <https://doi.org/10.1002/ejhf.483>
- ²⁰ Mosterd et al. Clinical epidemiology of heart failure. *Heart*, 2007 Sep;93(9):1137-46. doi:10.1136/hrt.2003.025270.
- ²¹ Ceia et al. Prevalence of chronic heart failure in Southwestern Europe: the EPICA study. *Eur J Heart Fail*. 2002 Aug;4(4):531-9. doi: 10.1016/s1388-9842(02)00034-x.
- ²² Ponikowski et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC, *European Heart Journal*, Volume 37, Issue 27, 14 July 2016, Pages 2129–2200. doi : 10.1093/eurheartj/ehw128
- ²³ Dharmarajan et al. Epidemiology, Pathophysiology, and Prognosis of Heart Failure in Older Adults, *Heart failure Clinics*, 2017 Jul;13(3):417-426. doi: 10.1016/j.hfc.2017.02.001.
- ²⁴ Maggioni et al. EURObservational Research Programme: regional differences and 1-year follow-up results of the Heart Failure Pilot Survey (ESC-HF Pilot). *European Journal of Heart failure*. 2013 Jul;15(7):808-17. doi: 10.1093/eurjhf/hft050.
- ²⁵ Rapport 2007 du Réseau Epidémiologie et Information en Néphrologie (REIN), Internet, <http://www.soc-nephrologie.org/REIN/index.htm>.
- ²⁶ Chen et al. The metabolic syndrome and chronic kidney disease in U.S. adults. *Ann Intern Med* . 2004 Feb 3;140(3):167-74. doi: 10.7326/0003-4819-140-3-200402030-00007.
- ²⁷ Payne et al. The epidemiology of polypharmacy. *Clin Med (Lond)* . 2016 Oct;16(5):465-469. doi: 10.7861/clinmedicine.16-5-465.
- ²⁸ Friend et al. Polypharmacy; multiple-ingredient and shotgun prescriptions. *N Engl J Med* . 1959 May 14;260(20):1015-8. doi: 10.1056/NEJM195905142602005.
- ²⁹ American Geriatrics Society updated Beers Criteria for potentially inappropriate medication use in older adults American Geriatrics Society 2012 Beers Criteria Update Expert Panel. *J Am Geriatr Soc* . 2012 Apr;60(4):616-31. doi: 10.1111/j.1532-5415.2012.03923.x. Epub 2012 Feb 29.
- ³⁰ Cours SIDES DES de Gériatrie, phase socle, « Atypie sémiologique chez le sujet âgé », Internet, <https://sides.uness.fr>
- ³¹ Manzano et al. Diagnosis of elderly patients with heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2012 Oct;14(10):1097-103. doi: 10.1093/eurjhf/hfs109. Epub 2012 Jul 6.
- ³² Panjrath et al. Diagnosis and Management of Heart Failure in Older Adults. *Heart Fail Clin*. 2017 Jul;13(3):427-444. doi: 10.1016/j.hfc.2017.02.002.

-
- ³³ Trullàs et al. Difficulties in the diagnosis of heart failure in patients with comorbidities Rev Clin Esp (Barc). Jun-Jul 2016;216(5):276-85. doi: 10.1016/j.rce.2015.10.001. Epub 2015 Dec 1.
- ³⁴ Wang et al. Does this dyspneic patient in the emergency department have congestive heart failure?. JAMA. 2005 Oct 19;294(15):1944-56. doi: 10.1001/jama.294.15.1944.
- ³⁵ Lien et al. Heart failure in frail elderly patients: diagnostic difficulties, co-morbidities, polypharmacy and treatment dilemmas. Eur J Heart Fail. 2002 Jan;4(1):91-8. doi: 10.1016/s1388-9842(01)00200-8.
- ³⁶ Ahmed et al. Diagnosis of heart failure in older adults: predictive value of dyspnea at rest Arch Gerontol Geriatr. May-Jun 2004;38(3):297-307. doi: 10.1016/j.archger.2003.12.001.
- ³⁷ Stevenson et al. The Limited Reliability of Physical Signs for Estimating Hemodynamics in Chronic Heart Failure, JAMA. 1989;261(6):884-888. doi:10.1001/jama.1989.03420060100040
- ³⁸ Narang et al. Discordance Between Clinical Assessment and Invasive Hemodynamics in Patients With Advanced Heart Failure, *Journal of cardiac failure*, August 21,2019. doi : 10.1016/j.cardfail.2019.08.004
- ³⁹ Oudejans et al. Clinical evaluation of geriatric outpatients with suspected heart failure: value of symptoms, signs, and additional tests. *Eur J Heart Fail*. 2011 May;13(5):518-27. doi: 10.1093/eurjhf/hfr021
- ⁴⁰ Manoeuvrier et al. Diagnostic performance of serum blood urea nitrogen to creatinine ratio for distinguishing prerenal from intrinsic acute kidney injury in the emergency department. *BMC Nephrol* 2017;18:173. <https://doi.org/10.1186/s12882-017-0591-9>.
- ⁴¹ Stefil et al. New horizons in management of heart failure in older patients. *Age Ageing*. 2019 Dec 1;49(1):16-19. doi: 10.1093/ageing/afz122.
- ⁴² Komajda et al. Management of heart failure in the elderly: recommendations from the French Society of Cardiology (SFC) and the French Society of Gerontology and Geriatrics (SFGG). *J Nutr Health Aging* . Sep-Oct 2006;10(5):434-44.
- ⁴³ Bouchon. 1+2+3 ou comment tenter d'être efficace en gériatrie. *LA Revue du Pratitien*, 1984, 34:888
- ⁴⁴ Simonneau et al. Haemodynamic definitions and updated clinical classification of pulmonary hypertension. *Eur Respir J* . 2019 Jan 24;53(1):1801913. doi: 10.1183/13993003.01913-2018.
- ⁴⁵ Lang et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015 Jan;28(1):1-39.e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
- ⁴⁶ Brennan et al. Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007 Jul;20(7):857-61. doi: 10.1016/j.echo.2007.01.005
- ⁴⁷ Kircher et al. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol* . 1990 Aug 15;66(4):493-6. doi: 10.1016/0002-9149(90)90711-9.
- ⁴⁸ Ommen et al. Assessment of right atrial pressure with 2-dimensional and Doppler echocardiography: a simultaneous catheterization and echocardiographic study. *Mayo Clin Proc*. 2000 Jan;75(1):24-9. doi: 10.4065/75.1.24.
- ⁴⁹ Cours , « Doppler cardiaque », Diplôme universitaire d'échocardiographie, Université de Bordeaux, Pr. LAFITTE.

-
- ⁵⁰ McDonagh et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Heart Journal*, Volume 42, Issue 36, 21 September 2021, Pages 3599–3726, <https://doi-org.docelec.u-bordeaux.fr/10.1093/eurheartj/ehab368>
- ⁵¹ Yancy et al. Clinical presentation, management, and in-hospital outcomes of patients admitted with acute decompensated heart failure with preserved systolic function: a report from the Acute Decompensated Heart Failure National Registry (ADHERE), *Journal of the American College of Cardiology*. Database2006 Jan 3;47(1):76-84. doi: 10.1016/j.jacc.2005.09.022.
- ⁵² Filippatos et al. Heart failure diagnosis and prognosis in the elderly: the proof of the pudding is in the eating. *European Journal of Heart Failure* (2011) 13, 467–47. doi:10.1093/eurjhf/hfr036
- ⁵³ Cours « Cœur et sujet âgé », Diplôme universitaire d'échocardiographie, Université de Bordeaux, Pr. LAFITTE.
- ⁵⁴ Manuel d'échographie clinique. Ariel Cohen, Pascal Guéret. Lavoisier. 2012. Chapitre : échocardiographie du sujet âgé.
- ⁵⁵ Spencer et al. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* . 2013 Jun;26(6):567-81. doi: 10.1016/j.echo.2013.04.001.
- ⁵⁶ Chamsi-Pasha et al. Handheld Echocardiography: Current State and Future Perspectives. *Circulation*. 2017 Nov 28;136(22):2178-2188. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.026622.
- ⁵⁷ Via et al. International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr* . 2014 Jul;27(7):683.e1-683.e33. doi: 10.1016/j.echo.2014.05.001.
- ⁵⁸ Aleksandar et al. Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging* (2018) 19, 475–481. doi:10.1093/ehjci/jey006
- ⁵⁹ Neskovic et al. Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, Volume 19, Issue 5, May 2018, Pages 475–481, <https://doi.org/10.1093/ehjci/jey006>
- ⁶⁰ Andersen et al. Feasibility and accuracy of point-of-care pocket-size ultrasonography performed by medical students. *BMC Med Educ*. 2014 Jul 28;14:156. doi: 10.1186/1472-6920-14-156
- ⁶¹ Walley et al. A practical approach to goal-directed echocardiography in the critical care setting. *Crit Care*. 2014 Dec 1;18(6):681. doi: 10.1186/s13054-014-0681-z.
- ⁶² Hellamnn et al. The rate at which residents learn to use hand-held echocardiography at the bedside. *Am J Med*. 2005 Sep;118(9):1010-8. doi: 10.1016/j.amjmed.2005.05.030.
- ⁶³ Labovitz et al. Focused Cardiac Ultrasound in the Emergent Setting: A Consensus Statement of the American Society of Echocardiography and American College of Emergency Physicians. *American society of echocardiography consensus statement| volume 23, issue 12, p1225-1230, december 01, 2010.* doi :10.1016/j.echo.2010.10.005
- ⁶⁴ Mehta et al. Handheld ultrasound versus physical examination in patients referred for transthoracic echocardiography for a suspected cardiac condition. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014 Oct;7(10):983-90. doi: 10.1016/j.jcmg.2014.05.011.

-
- ⁶⁵ Greaves et al. The use of hand-carried ultrasound in the hospital setting--a cost-effective analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005 Jun;18(6):620-5. doi: 10.1016/j.echo.2004.09.015.
- ⁶⁶ Pathan et al. Usefulness of Hand-Held Ultrasonography as a Gatekeeper to Standard Echocardiography for "Rarely Appropriate" Echocardiography Requests. *Am J Cardiol*. 2016 Nov 15;118(10):1588-1592. doi: 10.1016/j.amjcard.2016.08.027
- ⁶⁷ Cardim et al. Usefulness of a new miniaturized echocardiographic system in outpatient cardiology consultations as an extension of physical examination. *Am Soc Echocardiogr*. 2011 Feb;24(2):117-24. doi: 10.1016/j.echo.2010.09.017.
- ⁶⁸ Réant et al. Validation of a new bedside echoscopic heart examination resulting in an improvement in echo-lab workflow. *Arch Cardiovasc Dis*. 2011 Mar;104(3):171-7. doi: 10.1016/j.acvd.2011.01.003.
- ⁶⁹ Nagdev et al. Emergency Department Bedside Ultrasonographic Measurement of the Caval Index for Noninvasive Determination of Low Central Venous Pressure. *Ann Emerg Med*. 2010 Mar;55(3):290-5. doi: 10.1016/j.annemergmed.2009.04.021.
- ⁷⁰ Gunst et al. Accuracy of cardiac function and volume status estimates using the bedside echocardiographic assessment in trauma/critical care. *J Trauma*. 2008 Sep;65(3):509-16. doi: 10.1097/TA.0b013e3181825bc5.
- ⁷¹ Vignon et al. Focused training for goal-oriented hand-held echocardiography performed by noncardiologist residents in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 2007 Oct;33(10):1795-9. doi: 10.1007/s00134-007-0742-8.
- ⁷² Kennedy et al. The "5Es" of emergency physician-performed focused cardiac ultrasound: a protocol for rapid identification of effusion, ejection, equality, exit, and entrance. *Acad Emerg Med*. 2015 May;22(5):583-93. doi: 10.1111/acem.12652. Epub 2015 Apr 22.
- ⁷³ Mantuani et al. Point-of-Care Multi-Organ Ultrasound Improves Diagnostic Accuracy in Adults Presenting to the Emergency Department with Acute Dyspnea. *West J Emerg Med*. 2016 Jan;17(1):46-53. doi: 10.5811/westjem.2015.11.28525.
- ⁷⁴ Sforza et al. Diagnostic performance of multi-organ ultrasound with pocket-sized device in the management of acute dyspnea. *Cardiovasc Ultrasound*. 2017 Jun 19;15(1):16. doi: 10.1186/s12947-017-0105-8.
- ⁷⁵ Kimura et al. Screening cardiac ultrasonographic examination in patients with suspected cardiac disease in the emergency department. *Am Heart J*. 2001 Aug;142(2):324-30. doi: 10.1067/mhj.2001.116475.
- ⁷⁶ Yanagawa et al. Early Diagnosis of Hypovolemic Shock by Sonographic Measurement of Inferior Vena Cava in Trauma Patients. *J Trauma*. 2005 Apr;58(4):825-9. doi: 10.1097/01.ta.0000145085.42116.a7.
- ⁷⁷ Nakao et al. Diagnostic Accuracy of Lung Point-Of-Care Ultrasonography for Acute Heart Failure Compared With Chest X-Ray Study Among Dyspneic Older Patients in the Emergency Department. *J Emerg Med*. 2021 Mar 29;S0736-4679(21)00154-2. doi: 10.1016/j.jemermed.2021.02.019.
- ⁷⁸ Maw et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Lung Ultrasonography and Chest Radiography in Adults With Symptoms Suggestive of Acute Decompensated Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2019 Mar 1;2(3):e190703. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.0703
- ⁷⁹ Di Bello et al. Incremental Value of Pocket-Sized Echocardiography in Addition to Physical Examination during Inpatient Cardiology Evaluation: A Multicenter Italian Study (SIEC). *Echocardiography*. 2015 Oct;32(10):1463-70. doi: 10.1111/echo.12910.

-
- ⁸⁰ Skjetne et al. Diagnostic influence of cardiovascular screening by pocket-size ultrasound in a cardiac unit. *Eur J Echocardiogr.* 2011 Oct;12(10):737-43. doi: 10.1093/ejechocard/jer111. Epub 2011 Aug 4.
- ⁸¹ Penoulas et al. Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2013 Apr;14(4):323-30. doi: 10.1093/ehjci/jes140. Epub 2012 Jul 24.
- ⁸² Brennan et al. A comparison by medicine residents of physical examination versus hand-carried ultrasound for estimation of right atrial pressure. *Am J Cardiol.* 2007 Jun 1;99(11):1614-6. doi: 10.1016/j.amjcard.2007.01.037.
- ⁸³ Saha et al. Outpatient Use of Focused Cardiac Ultrasound to Assess the Inferior Vena Cava in Patients With Heart Failure. *Am J Cardiol.* 2015 Oct 15;116(8):1224-8. doi: 10.1016/j.amjcard.2015.07.040.
- ⁸⁴ Galderisi et al. Improved cardiovascular diagnostic accuracy by pocket size imaging device in non-cardiologic outpatients: the NaUSiCa (Naples Ultrasound Stethoscope in Cardiology) study. *Cardiovasc Ultrasound.* 2010 Nov 26;8:51. doi: 10.1186/1476-7120-8-51.
- ⁸⁵ Gorcsan et al. Influence of hand-carried ultrasound on bedside patient treatment decisions for consultative cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004 Jan;17(1):50-5. doi: 10.1016/j.echo.2003.10.005.
- ⁸⁶ Gundersen et al. Adding point of care ultrasound to assess volume status in heart failure patients in a nurse-led outpatient clinic. A randomised study. *Heart.* 2016 Jan;102(1):29-34. doi: 10.1136/heartjnl-2015-307798.
- ⁸⁷ Michon et al. Use of pocket-sized ultrasound in internal medicine (hospitalist) practice: Feedback and perspectives. *Rev Med Interne.* 2019 Apr;40(4):220-225. doi: 10.1016/j.revmed.2018.07.003
- ⁸⁸ Martin et al. Hand-carried ultrasound performed by hospitalists: does it improve the cardiac physical examination? *Am J Med.* 2009 Jan;122(1):35-41. doi: 10.1016/j.amjmed.2008.07.022.
- ⁸⁹ Mjølstad et al. Routinely adding ultrasound examinations by pocket-sized ultrasound devices improves inpatient diagnostics in a medical department. *Eur J Intern Med.* 2012 Mar;23(2):185-91. doi: 10.1016/j.ejim.2011.10.009.
- ⁹⁰ Vouvouri and al. Screening for left ventricular dysfunction using a hand-carried cardiac ultrasound device. *Eur J Heart Fail.* 2003 Dec;5(6):767-74. doi: 10.1016/s1388-9842(03)00155-7
- ⁹¹ Galasko et al. Portable Echocardiography: An Innovative Tool in Screening for Cardiac Abnormalities in the Community. *Eur J Echocardiogr.* 2003 Jun;4(2):119-27. doi: 10.1053/euje.2002.0627.
- ⁹² Scholten et al. Hand-held miniaturized cardiac ultrasound instruments for rapid and effective bedside diagnosis and patient screening. *J Eval Clin Pract.* 2005 Feb;11(1):67-72.
- ⁹³ Bruce et al. Utility of hand-carried ultrasound devices used by cardiologists with and without significant echocardiographic experience in the cardiology inpatient and outpatient settings. *Am J Cardiol.* 2002 Dec 1;90(11):1273-5. doi: 10.1016/s0002-9149(02)02853-9.
- ⁹⁴ Prinz et al. Diagnostic accuracy of a hand-held ultrasound scanner in routine patients referred for echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011 Feb;24(2):111-6. doi: 10.1016/j.echo.2010.10.017.
- ⁹⁵ Testuz et al. Diagnostic accuracy of pocket-size handheld echocardiographs used by cardiologists in the acute care setting. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2013 Jan;14(1):38-42. doi: 10.1093/ehjci/jes085.

-
- ⁹⁶ Giusca et al. Accuracy of handheld echocardiography for bedside diagnostic evaluation in a tertiary cardiology center: comparison with standard echocardiography. *Echocardiography*. 2011 Feb;28(2):136-41. doi: 10.1111/j.1540-8175.2010.01310.x.
- ⁹⁷ Senior et al. Community screening for left ventricular hypertrophy in patients with hypertension using handheld echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004 Jan;17(1):56-61. doi: 10.1016/j.echo.2003.09.013.
- ⁹⁸ Borkowsky et al. Diagnostic Accuracy of Hospitalist-Performed Hand-Carried Ultrasound Echocardiography After a Brief Training Program. *J Hosp Med*. 2009 Jul;4(6):340-9. doi: 10.1002/jhm.438
- ⁹⁹ DeCara et al. The Use of Small Personal Ultrasound Devices by Internists Without Formal Training in Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2003 Jun;4(2):141-7. doi: 10.1053/euje.2002.0617.
- ¹⁰⁰ Matin et al. Hospitalist Performance of Cardiac Hand-Carried Ultrasound After Focused Training. *Am J Med*. 2007 Nov;120(11):1000-4. doi: 10.1016/j.amjmed.2007.07.029.
- ¹⁰¹ Schumacher et al. Point of Care Ultrasound by Primary Care Physicians and Geriatricians: Old Adults, New Technology, Potential Benefits and Burdens, *J Gerontol Geriatr Res* 2012, 1:1 DOI: 10.4172/2167-7182.1000102
- ¹⁰² Kim et al. Geriatric-Oriented Point-of-Care Ultrasound Curriculum During Geriatric Fellowship: A Pilot Stud. *J Am Geriatr Soc*. 2020 Dec;68(12):E72-E74. doi: 10.1111/jgs.16885.
- ¹⁰³ Bonnel et al. Using Point-of-Care Ultrasound on Home Visits: The Home-Oriented Ultrasound Examination (HOUSE). *J Am Geriatr Soc* . 2019 Dec;67(12):2662-2663. doi: 10.1111/jgs.16188.
- ¹⁰⁴ Fröhlich et al. Point of Care Ultrasound in Geriatric Patients: Prospective Evaluation of a Portable Handheld Ultrasound Device. *Ultraschall Med* . 2020 Jun;41(3):308-316. doi: 10.1055/a-0889-8070.
- ¹⁰⁵ Azulay et al. Impact of a routine point-of-care ultrasound screening on short and long-term care of older adults. HAL Id: dumas-02326763, <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02326763>
- ¹⁰⁶ Leone et al. Geriatricians' Interest to Learn Bedside Portable Ultrasound (GEBUS) for Application in the Clinical Practice and in Education. *J Am Med Dir Assoc*. 2012 Mar;13(3):308.e7-10. doi: 10.1016/j.jamda.2011.06.002.