

Rapports sur la santé

Conséquences cumulatives de l'exposition à des stressseurs chez les Canadiens : un profil de la charge allostatique

par Errol M. Thomson, Harun Kalayci et Mike Walker

Date de diffusion : le 19 juin 2019



Comment obtenir d'autres renseignements

Pour toute demande de renseignements au sujet de ce produit ou sur l'ensemble des données et des services de Statistique Canada, visiter notre site Web à www.statcan.gc.ca.

Vous pouvez également communiquer avec nous par :

Courriel à STATCAN.infostats-infostats.STATCAN@canada.ca

Téléphone entre 8 h 30 et 16 h 30 du lundi au vendredi aux numéros suivants :

- | | |
|---|----------------|
| • Service de renseignements statistiques | 1-800-263-1136 |
| • Service national d'appareils de télécommunications pour les malentendants | 1-800-363-7629 |
| • Télécopieur | 1-514-283-9350 |

Programme des services de dépôt

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| • Service de renseignements | 1-800-635-7943 |
| • Télécopieur | 1-800-565-7757 |

Normes de service à la clientèle

Statistique Canada s'engage à fournir à ses clients des services rapides, fiables et courtois. À cet égard, notre organisme s'est doté de normes de service à la clientèle que les employés observent. Pour obtenir une copie de ces normes de service, veuillez communiquer avec Statistique Canada au numéro sans frais 1-800-263-1136. Les normes de service sont aussi publiées sur le site www.statcan.gc.ca sous « Contactez-nous » > « [Normes de service à la clientèle](#) ».

Note de reconnaissance

Le succès du système statistique du Canada repose sur un partenariat bien établi entre Statistique Canada et la population du Canada, les entreprises, les administrations et les autres organismes. Sans cette collaboration et cette bonne volonté, il serait impossible de produire des statistiques exactes et actuelles.

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'Industrie 2019

Tous droits réservés. L'utilisation de la présente publication est assujettie aux modalités de l'[entente de licence ouverte](#) de Statistique Canada.

Une [version HTML](#) est aussi disponible.

This publication is also available in English.

Conséquences cumulatives de l'exposition à des stressseurs chez les Canadiens : un profil de la charge allostatique

par Errol M. Thomson, Harun Kalayci et Mike Walker

Résumé

Contexte : Les conséquences cumulatives de l'exposition à des stressseurs (psychosociaux, chimiques, physiques) peuvent favoriser les processus morbides. Le concept de charge allostatique, qui est essentiellement le coût du maintien d'une stabilité physiologique face à des contraintes environnementales, peut être utile pour évaluer les répercussions des stressseurs sur la santé de la population dans son ensemble en permettant d'aller au-delà de la morbidité et de la mortalité. Dans le cadre de la présente étude, on a produit des scores de charge allostatique pour les Canadiens et examiné les liens avec l'âge, le sexe, le niveau de scolarité et le revenu du ménage.

Méthodes : Les données tirées des cycles 1, 2 et 3 (de 2007 à 2013) de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) ont servi à produire un indice composite du fardeau cumulatif sur la santé (score de charge allostatique) pour les adultes de 20 à 79 ans ($n = 8\ 678$) en fonction des seuils de risque pour neuf mesures biologiques : la tension artérielle diastolique, la tension artérielle systolique, la fréquence cardiaque, le taux de lipoprotéines de haute densité (LHD), le taux de cholestérol total, le taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c), le rapport taille-hanches, le taux de protéine C-réactive (CRP) et le taux d'albumine. Des modèles de régression logistique qui comprenaient l'âge (variable continue), le sexe, le niveau de scolarité et le revenu du ménage ont été ajustés pour prédire des scores de charge allostatique.

Résultats : Les facteurs de risque individuels les plus courants étaient le rapport taille-hanches élevé, le taux élevé de CRP, le taux élevé de cholestérol total et le faible taux de LHD. Les scores de charge allostatique augmentaient avec l'âge. De manière générale, les hommes affichaient des scores supérieurs à ceux des femmes. Un niveau de scolarité et un revenu du ménage plus faibles étaient associés de façon significative à des scores de charge allostatique plus élevés lorsqu'on tenait compte des effets de l'âge et du sexe.

Interprétation : L'âge et les gradients socioéconomiques sont associés à des différences dans les scores de charge allostatique au sein de la population canadienne. Cette mesure composite du dysfonctionnement multisystémique, qui est produite à partir d'une enquête représentative à l'échelle nationale permettant de mesurer un grand nombre de biomarqueurs, de taux de substances chimiques et de comportements ayant des répercussions sur la santé, pourra être utilisée dans l'avenir pour quantifier les répercussions subcliniques sur la santé.

Mots-clés : âge, charge allostatique, Enquête canadienne sur les mesures de la santé, position socioéconomique, sexe, stress

DOI : <https://www.doi.org/10.25318/82-003-x201900600002-fra>

Les maladies chroniques sont la principale cause de décès et le fardeau le plus important pour les systèmes de soins de santé au Canada et ailleurs dans le monde^{1,2}. En plus de l'âge et de l'hérédité, les déterminants de la morbidité et de la mortalité comprennent les facteurs comportementaux (comme le régime alimentaire, l'usage du tabac, le niveau d'activité physique) et les stressseurs environnementaux (comme la défavorisation socioéconomique du quartier, l'exposition à des polluants, le bruit). Les gradients de la santé associés aux facteurs individuels et sociétaux ont entraîné l'examen des mécanismes fondamentaux dans le but de guider des initiatives axées sur l'évaluation et la gestion des risques. Il est particulièrement difficile d'estimer les répercussions cumulatives ou combinées des stressseurs en vue de l'évaluation du risque. De nombreuses voies mènent à la morbidité et à la mortalité, et les répercussions sur la santé qui en découlent peuvent varier en fonction de la nature, du moment, de l'ampleur et de la durée de l'exposition aux stressseurs ainsi que des facteurs de vulnérabilité individuels. En matière de connaissances, une des principales lacunes nuisant à l'évaluation des effets cumulatifs et combinés des stressseurs (définis de manière générale et englobant les facteurs psychosociaux, physiques et chimiques) est l'absence de mesures permettant de caractériser le risque attribuable aux interactions de stressseurs multiples au sein de la population

humaine^{3,4}. En outre, les différences interindividuelles de la réaction au stress et de la résilience compliquent davantage la situation, puisqu'elles sont rarement prises en compte dans les études épidémiologiques et qu'elles peuvent modifier les effets d'un stressseur donné.

La charge allostatique est un concept théorique qui pourrait s'avérer utile pour intégrer les répercussions cumulatives des stressseurs chimiques et des autres stressseurs. Par charge allostatique, on entend l'usure du corps découlant de différents systèmes physiologiques qui réagissent aux contraintes de l'environnement⁵. Si la réaction des systèmes innés de défense aux stressseurs aigus est essentielle pour assurer la survie, l'adaptation aux stressseurs peut avoir un coût. Une exposition répétée ou chronique peut rendre l'opération des systèmes anormale, ce qui entraîne un dysfonctionnement pouvant prédisposer à une mauvaise santé. Pour tenir compte des différentes répercussions d'une exposition chronique à des stressseurs, les efforts visant à opérationnaliser le concept de charge allostatique étaient généralement fondés sur des indices composites comprenant les variables de plusieurs des principaux systèmes physiologiques de régulation pour produire un score de l'indice de charge allostatique (ICA)⁶.

Sans égard à l'hétérogénéité considérable des variables (souvent choisies en fonction de leur disponibilité) qui sont

utilisées pour évaluer la charge allostatique⁷, des études ont généralement montré que les scores de charge allostatique ont tendance à augmenter (à empirer) avec l'âge⁸ ainsi qu'avec la défavorisation socioéconomique des personnes⁹ et du quartier¹⁰. Des scores de charge allostatique plus élevés permettent de prédire une détérioration future de la santé, notamment une probabilité accrue de maladie cardiovasculaire, une détérioration des fonctions cognitives et de la condition physique ainsi que la mortalité^{11 à 14}. On a constaté que les mesures composites de la charge allostatique permettent de mieux prédire la morbidité et la mortalité subséquentes que les composantes individuelles^{14,15}. Cela tend à indiquer que l'indice permet en effet de mesurer globalement le dysfonctionnement physiologique. Il est important de souligner qu'en évaluant le résultat physiologique d'une exposition à des stressseurs en fonction des répercussions sur un bon nombre de systèmes biologiques, les indices de la charge allostatique intègrent les différences interindividuelles de la réaction au stress et, ainsi, tiennent compte à la fois de l'exposition et de la sensibilité au stress.

Un certain nombre d'études ont utilisé des données d'enquêtes nationales (tout particulièrement la National Health and Nutrition Examination Survey [NHANES] aux États-Unis) afin d'évaluer les facteurs qui ont une incidence sur le profil de charge allostatique de la population⁷. D'après ce que l'on sait, aucune étude comparable n'a été réalisée au Canada. Des caractéristiques distinctes de la population canadienne, comme sa composition, les programmes sociaux et la protection en matière de santé, peuvent avoir des répercussions sur la santé de la population dans son ensemble¹⁶. Cela semble justifier l'examen de la relation entre la charge allostatique et les stressseurs au sein de cette population. L'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) est une enquête représentative à l'échelle nationale dans le cadre de laquelle on recueille des renseignements sur la santé et les habitudes de vie des Canadiens et

on prend des mesures physiques directes, notamment par le prélèvement d'échantillons biologiques, afin d'évaluer l'exposition à des produits chimiques ainsi que les biomarqueurs de la santé et l'état nutritionnel. Il est important de souligner que les données recueillies comprennent des mesures ayant servi à calculer le dysfonctionnement biologique cumulatif dans un certain nombre d'études antérieures^{10,12,17 à 19}. Dans la présente étude, on a utilisé les mesures tirées des cycles 1, 2 et 3 de l'ECMS (de 2007 à 2013) afin d'évaluer la charge allostatique. On a aussi examiné la façon dont cette mesure composite du dysfonctionnement biologique cumulatif varie selon le sexe, l'âge et les indicateurs socioéconomiques.

Données et méthodes

Enquête

L'ECMS est une enquête représentative à l'échelle nationale qui recueille des renseignements sur la santé et les habitudes de vie des Canadiens. Elle comporte une interview sur place visant à recueillir des données démographiques et socioéconomiques ainsi que des renseignements détaillés sur la santé, la nutrition et le style de vie de même qu'une visite à un centre d'examen mobile au cours de laquelle on prend des mesures physiques directes. Sont exclus de l'enquête les personnes qui vivent dans les réserves et dans d'autres peuplements autochtones, les membres à temps plein des Forces armées canadiennes, la population vivant en établissement et les habitants de certaines régions éloignées. Des renseignements détaillés sur l'enquête figurent dans les guides de l'utilisateur des données de l'ECMS^{20 à 23}. La présente étude est fondée sur les données des cycles 1, 2 et 3 de l'ECMS, qui représentent un échantillon de 16 606 personnes. Pour pouvoir faire une comparaison avec des études antérieures fondées sur la NHANES, et parce que les seuils de risque appropriés peuvent être différents chez les enfants et les adultes, on a mis l'accent sur le sous-ensemble des adultes, c'est-à-dire les participants à l'enquête âgés de 20 à 79 ans (n = 10 360). Les

femmes enceintes et toute personne pour laquelle il manquait un indicateur ou un facteur ont été exclues. Ainsi, l'échantillon étudié comptait 8 678 personnes.

Score de charge allostatique

Les mesures suivantes ont servi à produire le score de charge allostatique : le taux de cholestérol total, le taux de lipoprotéines de haute densité (LHD), le taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c), le rapport taille-hanches, la tension artérielle systolique, la tension artérielle diastolique, la fréquence cardiaque au repos, le taux de protéine C-réactive (CRP) et le taux de sérum-albumine. Ces mesures correspondent aux efforts déployés antérieurement pour opérationnaliser la charge allostatique^{10,18}. Les seuils de risque élevé ont été établis en fonction de lignes directrices cliniques (tableau 1). Une autre approche a aussi servi à déterminer les seuils de risque de manière empirique comme étant au-dessus du 75^e centile pour toutes les variables sauf la LHD et l'albumine; pour ces dernières, les valeurs inférieures au 25^e centile étaient considérées comme un risque élevé (tableau 1). Les seuils définis de manière empirique ont permis de vérifier si les gradients socioéconomiques étaient associés à des gradients de biomarqueurs de la santé, peu importe si les valeurs dépassaient les seuils de risque ou non. Cela s'explique par le fait qu'en raison des stressseurs, les mesures biologiques peuvent présenter des valeurs moins optimales par rapport au reste de la population.

Des indicateurs dichotomiques ont été créés pour chaque mesure. Une valeur de « 1 » était attribuée au risque élevé, et une valeur de « 0 » était attribuée à toutes les autres mesures. Un simple dénombrement a servi à produire le score de charge allostatique, ce qui a permis d'obtenir des scores pour lesquels une valeur plus élevée représentaient une plus grande dysrégulation physiologique. La pondération des mesures était égale, conformément à la plupart des efforts déployés antérieurement pour opérationnaliser la charge allostatique. Il s'agissait aussi d'une approche pragmatique pour

Tableau 1
Critères définis cliniquement et empiriquement par centiles pour les facteurs de risque biologiques

Variable	Seuil empirique (75 ^e ou 25 ^e centile)	Seuil clinique [†]	Unité
Tension artérielle diastolique	>77	90	mm Hg
Tension artérielle systolique	>120	140	mm Hg
Fréquence cardiaque	>74	90	battements/min
Rapport taille/hanches	>0,95	Hommes > 0,90 Femmes > 0,85	
Taux de cholestérol total	>5,5	>6,208	mmol/l
Taux de protéine C-réactive	>3,0	>3	mg/l
Taux d'hémoglobine glyquée (HbA1c)	>5,8	>6,4	%
Taux d'albumine	<42	<38	g/l
Taux de lipoprotéines de haute densité	<1,1	<1,0344	mmol/l

[†] Voir la description dans Seeman et coll. (2008). < = moins que; > = plus que.

Source : Enquête canadienne sur les mesures de la santé, cycles 1, 2 et 3 (de 2007 à 2013).

obtenir des données sur la santé qui étaient pertinentes et émanaient de différents processus sans connaître au départ les composantes qui pourraient être les plus étroitement associées à l'exposition à des stressors ou les principales à contribuer aux répercussions sur la santé au sein d'une population donnée. Les études antérieures traitaient la consommation de médicaments de façon différente, ce qui peut avoir une incidence sur le niveau d'une ou de plusieurs des mesures biologiques. Puisque le concept théorique de la charge allostatique met l'accent sur les répercussions physiologiques de la dysrégulation, et comme des travaux antérieurs ont montré que les analyses qui tenaient compte de la consommation de médicaments concordaient avec les taux réels de la mesure¹⁸, les valeurs réelles ont permis de classer les mesures comme représentant un risque élevé ou non. À des fins de modélisation et pour veiller à avoir un échantillon de taille adéquate pour chaque score de l'ICA, les personnes dont le score était supérieur à 4 (analyse fondée sur le seuil clinique) ont été regroupées dans la nouvelle catégorie « 5+ », tandis que les personnes ayant un score supérieur à 7 (analyse fondée sur les centiles) ont été regroupées dans la nouvelle catégorie « 8+ ».

Analyses

On a appliqué des modèles de régression logistique ordinaire et nominale aux scores de charge allostatique déterminés par les seuils cliniques et les centiles. Puisque les deux modèles ont produit

des résultats similaires (données non présentées), on a présenté les résultats des modèles de régression ordinaire parce qu'ils affichaient moins de problèmes de convergence. Les modèles comprenaient l'âge (variable continue), le sexe, le niveau de scolarité et le revenu du ménage corrigé. Le niveau de scolarité était une variable individuelle divisée en quatre catégories : « sans diplôme d'études secondaires », « diplôme d'études secondaires », « études postsecondaires partielles » et « diplôme d'études postsecondaires ». Comme on l'a mentionné précédemment, un facteur de pondération a servi à corriger le revenu du ménage en fonction de la taille du ménage²⁴. En fait, des poids ont été attribués aux membres du ménage (premier membre = 1, deuxième membre = 0,4, troisième membre et membres suivants = 0,3). La somme de ces poids déterminait le facteur de pondération du ménage. Le revenu du ménage était divisé par le poids du ménage; ensuite, les revenus corrigés du ménage étaient regroupés en quintiles, qui représentaient chacun un cinquième de la population étudiée. Le carré de l'âge a aussi été inclus au cas où il y aurait des relations non linéaires entre l'âge et le score de charge allostatique. Cependant, cette variable a été supprimée du modèle lorsqu'elle n'était pas significative.

On a évalué la possibilité que les répercussions des variables socioéconomiques comportent des différences fondées sur l'âge ou le sexe en ajoutant des interactions au modèle (p. ex. l'âge x le niveau

de scolarité, l'âge x le revenu, le sexe x le niveau de scolarité, le sexe x le revenu), puis en supprimant de manière itérative les interactions qui n'étaient pas significatives. Puisque les interactions entre l'âge et le sexe étaient significatives, des modèles distincts ont été créés pour chaque sexe. Les résultats sont présentés selon sexe. Les scores de l'indice de charge allostatique (ICA) prédits par le modèle corrigé ont été calculés comme suit :

$$E(ICA) = \sum_i i \times P(ICA = i | x),$$

où P est la probabilité modélisée de chaque score de l'ICA (0, 1, 2, ...) et x représente les covariables. Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide de la version 5.1 de SAS Enterprise Guide (Institut SAS, Cary, Caroline du Nord, États-Unis) et de R (R Foundation)²⁵ ainsi que des poids d'enquête et des poids bootstrap fournis par Statistique Canada. Des coefficients de corrélation de Pearson ont été calculés entre chaque mesure biologique continue et l'âge ainsi qu'entre les mesures biologiques. L'estimation de la variance pour tous les tests, modèles et estimations a été réalisée selon l'approche des répliques répétées équilibrées ainsi qu'à l'aide des poids bootstrap combinés pour les cycles 1, 2 et 3 qui étaient fournis par l'ECMS et 35 degrés de liberté, comme le précisent les guides et les instructions, afin de combiner les données de plusieurs cycles^{20 à 23}. Des statistiques F avec correction de Satterthwaite ont servi à déterminer l'importance des paramètres du modèle. Tous les résultats ont été arrondis à deux chiffres significatifs. Conformément aux lignes directrices de l'ECMS, la qualité des données a été évaluée à l'aide du coefficient de variation (CV)^{20 à 23}.

Résultats

Le tableau 2 présente des renseignements descriptifs sur la population étudiée comparativement à l'ensemble de la population de l'ECMS et aux personnes qui ont été exclues des analyses en raison de données manquantes ou

Conséquences cumulatives de l'exposition à des stressseurs chez les Canadiens : un profil de la charge allostatique • Article de recherche

Tableau 2
Caractéristiques de la population étudiée (cycles 1, 2 et 3 [de 2007 à 2013] de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé)

	Tous les adultes				Adultes inclus dans le modèle				Adultes exclus			
	Nombre	Pourcentage	Intervalle de confiance à 95 %		Nombre	Pourcentage	Intervalle de confiance à 95 %		Nombre	Pourcentage	Intervalle de confiance à 95 %	
			de	à			de	à			de	à
Groupe d'âge												
20 à 39 ans	3 566	38	37	38	2 950	37	36	38	616	41	37	46
40 à 59 ans	3 550	40	40	41	3 019	41	40	42	531	37	33	40
60 à 79 ans	3 244	22	22	22	2 709	22	21	23	535	22	20	24
Sexe												
Femme	5 455	50	50	51	4 451	49	48	50	1 004	58	54	62
Homme	4 905	50	49	50	4 227	51	50	52	678	42	38	46
Cycle												
Cycle 1	3 517	30	28	32	2 493	25	23	26	1 024	59	52	65
Cycle 2	3 659	37	36	38	3 337	40	39	41	322	19	14	24
Cycle 3	3 184	33	32	34	2 848	35	34	37	336	22	16	28
Niveau de scolarité												
Sans diplôme d'études secondaires	1 418	13	11	14	1 158	12	10	14	260	16	13	19
Diplôme d'études secondaires	1 764	19	17	21	1 489	19	18	21	275	19	15	22
Études postsecondaires partielles	553	6	5	6,9	457	6	5	6,9	96	6,1	4	8,2
Diplôme d'études postsecondaires	6 516	62	59	65	5 574	63	59	66	942	60	54	65
Taille du ménage												
1	2 218	15	14	17	1 907	16	14	18	311	13	10	16
2	3 367	36	34	38	2 801	36	34	39	566	35	30	39
3	1 738	20	18	21	1 425	19	18	21	313	22	18	26
4	2 021	17	16	18	1 707	17	16	18	314	16	14	19
5	687	7,5	6,5	8,6	568	7,3	6,2	8,4	119	8,7	6,1	11
6 et plus	329	4,2	3,3	5,1	270	4	3	4,9	59	5,5	3,1	7,9
Revenu du ménage												
1 ^{er} quintile	2 296	20	18	22	2 015	19	17	22	281	26	19	33
2 ^e quintile	1 875	20	18	22	1 688	19	17	21	187	24	19	29
3 ^e quintile	1 823	19	18	21	1 661	19	18	21	162	19	14	23
4 ^e quintile	1 879	21	19	23	1 734	21	19	23	145	18	12	24
5 ^e quintile	1 700	20	18	23	1 580	21	19	24	120	13	9,7	16
Revenu du ménage corrigé selon la taille du ménage												
1 ^{er} quintile	2 136	20	18	23	1 854	19	17	22	282	29	22	36
2 ^e quintile	2 004	20	18	21	1 823	20	18	21	181	21	17	26
3 ^e quintile	1 795	19	17	21	1 619	19	17	21	176	20	15	24
4 ^e quintile	1 928	21	19	23	1 782	21	19	23	146	19	12	25
5 ^e quintile	1 710	20	18	22	1 600	21	18	23	110	12	8,5	15

Notes : « N » est la taille non pondérée de l'échantillon. Les pourcentages ont été calculés avec les chiffres pondérés des cycles combinés.

Source : Enquête canadienne sur les mesures de la santé, cycles 1, 2 et 3 (de 2007 à 2013).

d'une grossesse. De manière générale, l'échantillon étudié est représentatif de la population de l'ECMS en ce qui concerne l'âge, le sexe et les variables sociodémographiques.

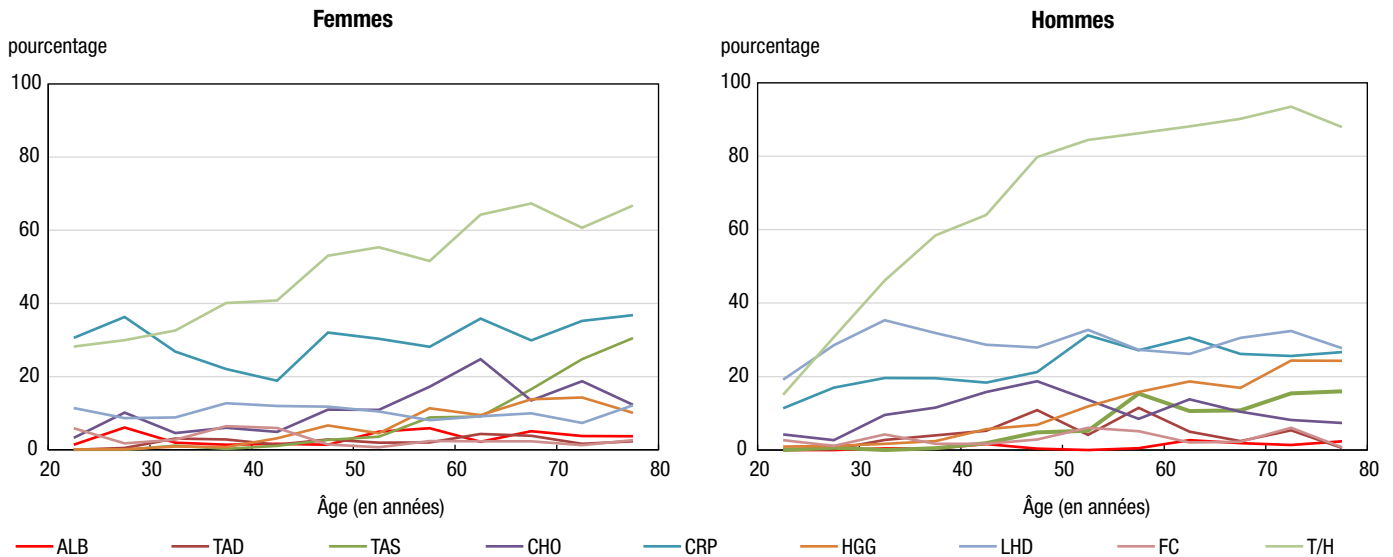
La prévalence au sein de la population des facteurs de risque individuels, déterminés en fonction des seuils cliniques, différait en fonction de l'âge pour chaque sexe (figures 1a et 1b). Le rapport taille-hanches élevé était le facteur le plus répandu (56 % de la population); venait ensuite le taux élevé de la CRP (25 %), le faible taux de LHD (19 %) et le taux élevé de cholestérol total (11 %). Avec l'âge, la plupart des mesures affichaient

des tendances statistiquement significatives vers des valeurs moins optimales : la corrélation entre l'âge et le rapport taille-hanches ($r = 0,37$), la tension artérielle systolique ($r = 0,47$), la tension artérielle diastolique ($r = 0,17$), le taux d'hémoglobine glyquée ($r = 0,30$) et le taux de cholestérol total ($r = 0,18$) était positive, tandis que la corrélation entre l'âge et l'albumine ($r = -0,27$) était négative (tous $p < 0,001$).

Les scores de charge allostatique moyens qui étaient déterminés en fonction des seuils cliniques avaient tendance à augmenter avec l'âge (figure 2a). L'ajustement des courbes quadratiques

distinctes pour les hommes et les femmes a montré que les modèles correspondaient raisonnablement bien aux données et a permis de démontrer dans une certaine mesure les différences de la forme en fonction du sexe. Comparativement aux femmes, les hommes présentaient des scores de charge allostatique plus élevés à presque tous les âges; leurs scores moyens se stabilisaient à environ 55 ans. Chez les femmes, la stabilisation était moins prononcée. Des profils similaires ont été produits à l'aide des seuils déterminés de manière empirique par les centiles en fonction de l'ensemble de la population (données non

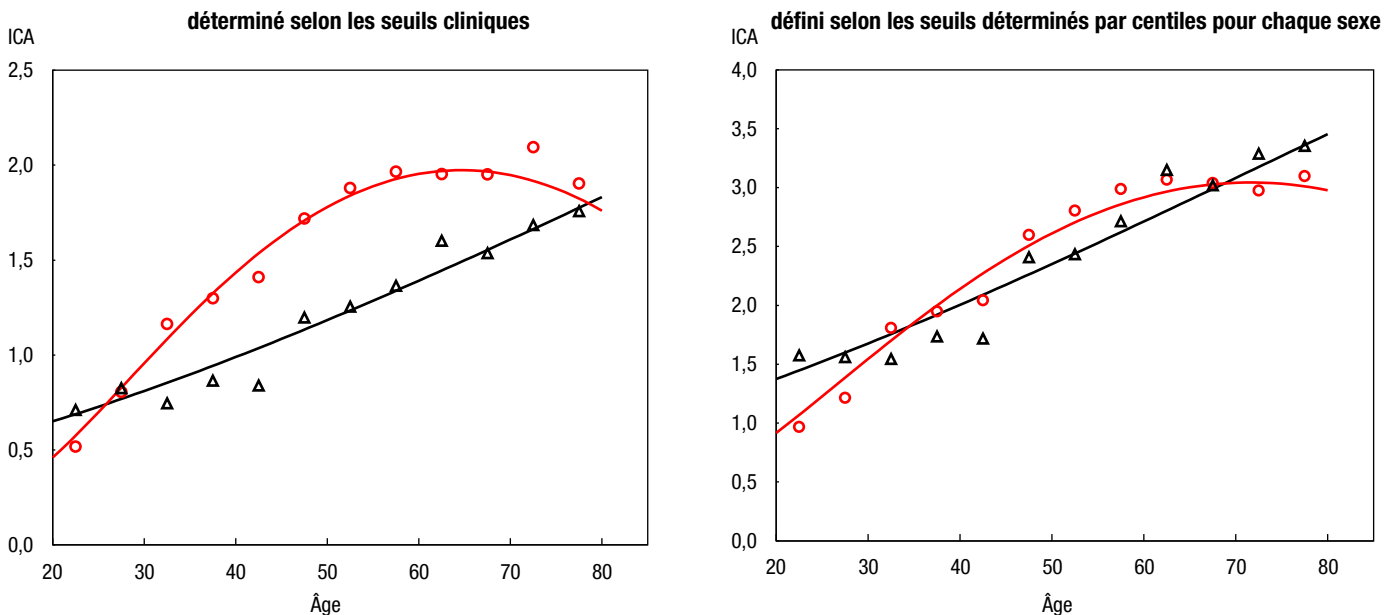
Figure 1
Prévalence au sein de la population des valeurs de risque élevé pour les mesures servant à produire les scores de charge allostatique



Notes : ALB = taux d'albumine; TAD = tension artérielle diastolique; TAS = tension artérielle systolique; CHO = taux de cholestérol; CRP = taux de protéine C-réactive; HGG = taux d'hémoglobine glyquée; LHD = taux de lipoprotéines à haute densité; FC = fréquence cardiaque; T/H = rapport taille-hanches.

Source : Enquête canadienne sur les mesures de la santé, cycles 1, 2 et 3 (de 2007 à 2013).

Figure 2
Indice de charge allostatique (ICA) comme fonction de l'âge et du sexe



Notes : Les points (triangles = femmes; cercles = hommes) indiquent les scores moyens par âge pour des catégories d'âge de cinq ans. Les courbes montrent les valeurs prédites et corrigées par le modèle pour les femmes et les hommes.

Source : Enquête canadienne sur les mesures de la santé, cycles 1, 2 et 3 (de 2007 à 2013).

présentées). Puisque le facteur de risque le plus répandu (le rapport taille-hanches) affichait un profil similaire selon le sexe en fonction de l'âge (figures 1a et 1b),

on a évalué si cette mesure représentait à elle seule les différences entre les sexes. Le fait de supprimer le rapport taille-hanches de la détermination de la

charge allostatique n'a pas permis de modifier significativement l'association entre l'âge et le score de charge allostatique pour chaque sexe (données non

Conséquences cumulatives de l'exposition à des stressseurs chez les Canadiens : un profil de la charge allostatique • Article de recherche

présentées). Cependant, les analyses fondées sur des seuils déterminés par centiles en fonction du sexe ont produit davantage de profils comparables pour les hommes et les femmes (figure 2b). Des résultats similaires ont été obtenus lors de la modélisation en fonction de catégories d'âge de 10 ans au lieu de l'âge comme variable continue (données non présentées).

Ensuite, on a vérifié si les indicateurs socioéconomiques étaient associés à des scores de charge allostatique différentiels. Dans les modèles qui comprenaient l'âge, le carré de l'âge, le sexe, le niveau de scolarité et le revenu du ménage corrigé, il y avait une association significative entre un niveau de scolarité et un revenu du ménage inférieurs et des scores de charge allostatique prédits supérieurs (figure 3). Dans les modèles entièrement corrigés, l'association avec le revenu du ménage était significative chez les femmes; chez les hommes,

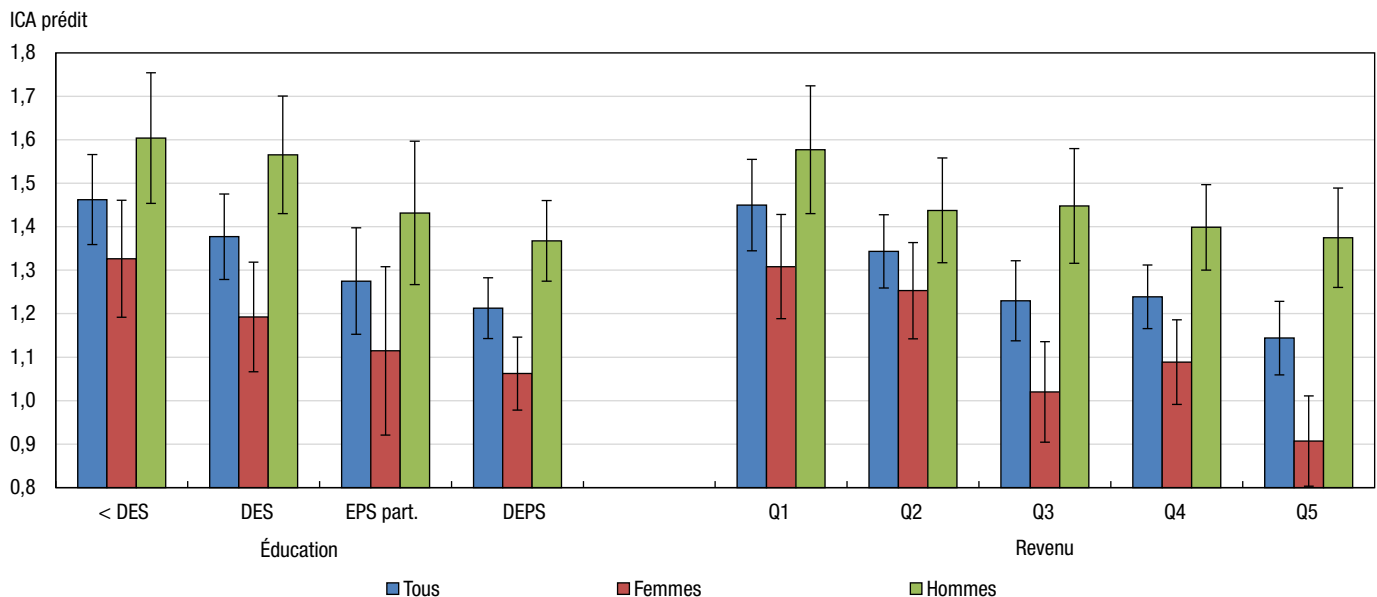
l'association avec le niveau de scolarité était significative. Les résultats étaient similaires pour les analyses fondées sur les seuils déterminés par centiles (données non présentées). Puisque la valeur sociétale du niveau de scolarité peut varier en raison de différences historiques quant à l'accès à l'éducation, on a aussi vérifié s'il y avait des interactions entre l'âge, le sexe, le niveau de scolarité et le revenu du ménage. La seule interaction significative a été observée entre l'âge et le sexe. L'absence d'interaction entre l'âge et les variables socioéconomiques a persisté quand on a appliqué les modèles séparément aux hommes et aux femmes (données non présentées).

Discussion

Même si on a utilisé, dans un certain nombre d'études, des enquêtes sur la santé représentatives à l'échelle nationale pour examiner les liens entre différents

facteurs et la charge allostatique, jusqu'à tout récemment, on ne disposait d'aucune donnée au Canada pour mener des études nationales similaires. L'Enquête canadienne sur les mesures de la santé, lancée en 2007 afin de recueillir des données sur la santé de la population canadienne, donne maintenant l'occasion de réaliser une évaluation initiale des facteurs ayant une incidence sur la charge allostatique au Canada. Il appert que le score de charge allostatique augmente avec l'âge avant de se stabiliser. Il s'agit d'un résultat qui concorde avec la littérature^{8,26}. Cette stabilisation est attribuable à un effet de survie, puisque les décès viennent diminuer la contribution des personnes affichant les scores de charge allostatique les plus élevés à la prévalence des facteurs de risque. Le style de vie, c'est-à-dire les interventions sociétales et médicales qui ont entraîné une réduction de la mortalité, mais qui ont fait que les personnes vivent plus

Figure 3
Association entre le niveau de scolarité et le revenu du ménage et le score de l'indice de charge allostatique



ICA = indice de charge allostatique
 < DES = sans diplôme d'études secondaires
 DES = diplôme d'études secondaires
 EPS part. = études postsecondaires partielles
 DEPS = diplôme d'études postsecondaires
 Q = quintile

Notes : Les modèles comprenaient l'âge continu et le carré de l'âge (sauf pour les femmes, où l'âge au carré n'était pas significatif et a été retiré du modèle), le sexe, le niveau de scolarité et le revenu du ménage corrigé. Pour les analyses de tous les adultes (« Tous »), le modèle comprenait aussi les interactions « âge x sexe » et « carré de l'âge x sexe ». Les données sont présentées sous la forme de moyennes prédites avec un intervalle de confiance à 95 %. Les valeurs de p sont réservées aux tests F avec correction de Satterthwaite sur les principaux effets du niveau de scolarité et du revenu dans le modèle (scolarité : tous, p = 0,003; femmes, p = 0,11; hommes, p = 0,03; revenu : tous, p = 0,003; femmes, p = 0,002; hommes, p = 0,35).

Source : Enquête canadienne sur les mesures de la santé, cycles 1, 2 et 3 (de 2007 à 2013).

Ce que l'on sait déjà sur le sujet

- La charge allostatique, ou l'usure du corps en réaction à des stressseurs cumulatifs, est une mesure du stress physiologique chronique et un prédicteur des problèmes de santé futurs.
- Les scores de charge allostatique ont été évalués dans des études nationales ailleurs, mais aucune étude comparable n'a été réalisée au Canada jusqu'à maintenant.

Ce qu'apporte l'étude

- À l'aide des données tirées de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (de 2007 à 2013), on a produit des scores de charge allostatique pour une population d'adultes canadiens représentative à l'échelle nationale.
- Les scores de charge allostatique étaient plus élevés chez les hommes que les femmes, ils augmentaient avec l'âge, et ils étaient les plus élevés chez les personnes ayant un niveau de scolarité et un revenu du ménage plus bas.
- Cette mesure du dysfonctionnement physiologique pourra servir dans l'avenir à quantifier les répercussions subcliniques sur la santé de l'exposition à différents stressseurs et d'une variété de comportements.

longtemps avec au moins un des facteurs de risque, peut aussi avoir des répercussions sur le profil. En effet, selon des données probantes, la baisse de la mortalité attribuable à des maladies chroniques n'était pas accompagnée d'une hausse de la proportion des années où les gens sont en santé^{27,28}. On aurait pu s'attendre à ce que les mêmes tendances soient aussi observées pour les scores de charge allostatique, puisqu'ils sont habituellement considérés comme des mesures intégrées de nombreux systèmes physiologiques qui sont essentiels pour la santé et liés aux processus morbides.

Les analyses de la présente étude ont révélé certaines différences de profil chez les hommes et chez les femmes : la courbe était initialement plus abrupte et la stabilisation était plus prononcée chez les hommes que chez les femmes. Peu d'études antérieures ont présenté des scores de charge allostatique déterminés selon le sexe et en fonction de l'âge comme variable continue. Geronimus et coll.²⁹ ont présenté des diagrammes de la charge allostatique en fonction de l'âge et du sexe pour une population de 18 à 64 ans au sein de laquelle la relation montrait des signes de stabilisation aux âges les plus avancés. Cependant, ils ont utilisé des variables différentes pour évaluer la charge allostatique, et l'absence d'adultes plus âgés (de 65 à 79 ans) nuit à la réalisation d'une comparaison directe. Dans la présente étude, les différences entre les profils des scores de charge allostatique pour chaque sexe étaient robustes face à une autre façon de définir les groupes vulnérables (c.-à-d. détermination empirique à partir de l'échantillon entier) et au retrait du facteur de risque le plus répandu, soit le rapport taille-hanches élevé. Le maintien global de la forme selon le sexe dans la relation entre l'âge et la charge allostatique appuie la théorie selon laquelle l'indice de charge allostatique traduit les répercussions cumulatives du vieillissement qui peuvent transparaître dans leurs effets sur différentes mesures en fonction de la vulnérabilité individuelle, au lieu de tout simplement refléter le profil d'un seul facteur de risque. Cependant, le recours à des seuils déterminés de manière empirique pour chaque sexe a réduit l'écart entre les profils. Cette situation montre qu'il faut faire preuve de prudence lorsqu'on interprète les différences de la relation entre l'âge et la charge allostatique en fonction du sexe, puisque ces différences semblent varier selon la manière dont les seuils de risque sont définis. Selon les observations de la présente étude, il y a des différences évidentes selon le sexe entre les prévalences des valeurs à risque élevé pour de nombreuses mesures biologiques chez les personnes de tous les âges. Chez

les hommes, la prévalence de la tension artérielle diastolique élevée et, dans une moindre mesure, celle du taux élevé de cholestérol total ont tendance à être inférieures au sein de la population qui atteint un âge plus avancé, tandis que la prévalence de ces facteurs et celle d'autres mesures continuent d'augmenter chez les femmes, ce qui contribue à la différence des profils de la charge allostatique.

Les gradients socioéconomiques sont associés à des disparités en matière de santé qui pourraient être liées à divers facteurs, notamment les divergences quant à l'exposition à des stressseurs et les ressources de soutien. Les résultats de la présente étude, qui montrent des scores de charge allostatique plus élevés chez les personnes ayant un niveau de scolarité et un revenu du ménage moins élevés, concordent avec la notion selon laquelle la défavorisation socioéconomique contribue à une santé moins bonne en imposant un fardeau sur les systèmes biologiques qui, au fil du temps, peut se présenter comme une dysrégulation physiologique et enclencher ou accélérer les processus morbides⁹. Selon les résultats, les adultes des quintiles socioéconomiques inférieurs sont plus susceptibles d'avoir une charge allostatique plus élevée à un plus jeune âge que les adultes des quintiles socioéconomiques supérieurs. Il est important de souligner que les gradients ont été observés parmi toutes les catégories de niveau de scolarité et de revenu du ménage, ce qui concorde avec les rapports publiés antérieurement aux États-Unis¹⁸. Cela porte à croire que les gradients socioéconomiques permettent toujours de faire des prédictions en matière de santé même au sein des populations qui ne sont habituellement pas considérées comme étant « défavorisées ».

La comparaison directe des résultats des analyses fondées sur les données de l'ECMS et des analyses antérieures de la charge allostatique fondées sur la NHANES est compliquée par les différences observées dans la conception des enquêtes et dans les périodes de collecte

Conséquences cumulatives de l'exposition à des stressseurs chez les Canadiens : un profil de la charge allostatique • Article de recherche

de données (la collecte des données du NHANES a précédé celle de l'ECMS). Malgré ces considérations, les observations de la présente étude correspondaient généralement à celles de la NHANES¹⁸. Selon une comparaison sommaire des données de l'ECMS avec celles d'études déjà publiées qui utilisaient les mêmes seuils cliniques que la NHANES ou des seuils similaires (de 1988 à 1994 et de 1999 à 2004^{18,26}), même si l'une d'elles utilisait l'indice de masse corporelle au lieu du rapport taille-hanches²⁶, la population canadienne affichait généralement un ICA moyen inférieur pour chaque intervalle d'âge et chaque niveau de scolarité. Les différences entre les taux d'atteinte au Canada et aux États-Unis ont été attribuées à divers facteurs, notamment l'accès aux soins de santé et les différences en matière de pauvreté et d'inégalité¹⁶. On pourrait s'attendre à ce que ces facteurs aient une incidence similaire sur les estimations de la charge allostatique. Une comparaison systématique (et couplée sur le plan temporel) des populations canadienne et américaine qui tiendrait compte des différences entre les enquêtes serait nécessaire afin d'évaluer de façon plus exhaustive les similitudes et les différences de la relation entre les facteurs socioéconomiques et la charge allostatique au sein de ces deux populations.

L'interprétation des résultats exposés dans la présente étude doit être faite en tenant compte de plusieurs aspects. Parmi les forces, il y a la grande taille et le caractère représentatif de la population étudiée. On présente des associations significatives entre le sexe, l'âge, le niveau de scolarité, le revenu du ménage et les scores de charge allostatique qui, dans l'ensemble, correspondent aux résultats des travaux déjà réalisés dans le cadre d'une enquête nationale américaine. Puisque le revenu a été imputé pour 13 % des participants inclus dans le modèle, on a répété l'analyse complète en excluant tous les revenus imputés et on a obtenu des résultats similaires (données non présentées). Différents modèles (régres-

sion logistique nominale et ordinale) et différentes façons d'attribuer les seuils de risque élevé (déterminations clinique et empirique) ont donné des résultats similaires, ce qui a augmenté le degré de confiance en ce qui concerne les relations. Il s'agit d'une étude transversale. Il a donc été impossible d'évaluer la mesure dans laquelle la charge allostatique évolue au fil du temps par rapport à l'exposition à des stressseurs. La disponibilité des biomarqueurs utilisés pour estimer la charge allostatique, même s'ils correspondent à ceux utilisés dans d'autres enquêtes nationales, était limitée et on a dû se contenter des mesures qui sont généralement considérées comme des médiateurs secondaires. Malgré tout, les médiateurs cardiovasculaires, métaboliques et inflammatoires compris dans la présente étude ont été associés aux mécanismes du stress et au dysfonctionnement biologique²⁶. Les données sur les médiateurs primaires (comme le cortisol et l'adrénaline) qui peuvent être associés plus directement à une réaction au stress n'étaient pas accessibles. Cependant, ces médiateurs affichent une variabilité temporelle notable et une grande faculté de réponse aux stressseurs aigus, ce qui peut augmenter de façon considérable la perturbation des données en ne reflétant pas les effets chroniques de l'exposition cumulative aux stressseurs^{30,31}. Évidemment, un grand nombre de facteurs qui n'ont pas été pris en compte dans la présente étude peuvent avoir une incidence sur les scores de charge allostatique. La création d'un indice composite du dysfonctionnement biologique cumulatif à l'aide de données tirées d'une enquête canadienne donne la possibilité d'examiner les liens entre les stressseurs psychosociaux, physiques et chimiques (ainsi que l'exposition combinée à de tels stressseurs), les comportements et les indicateurs précoces (précliniques) d'une mauvaise santé à l'échelle de la population.

De plus en plus, on reconnaît que l'exposition environnementale a une incidence sur un large éventail de fonc-

tions biologiques. Par exemple, les problèmes de santé associés à l'exposition à la pollution de l'air, un stressseur auquel la population est presque systématiquement exposée, vont désormais au-delà de la morbidité et de la mortalité respiratoires et cardiovasculaires; ils comprennent maintenant les maladies métaboliques (le diabète de type 2, l'obésité, le syndrome métabolique), les troubles neurologiques ou psychiatriques (le déficit cognitif, la démence, la dépression) et les effets sur la reproduction (un faible poids à la naissance), entre autres maladies pour lesquelles le stress est un facteur important³².

Les indices composites comme celui décrit dans la présente étude constituent un outil permettant de mesurer les répercussions multisystémiques des expositions. Ainsi, ils peuvent montrer, dans une certaine mesure, l'exposition qui se manifeste sous la forme d'une variété d'effets néfastes, en fonction des vulnérabilités individuelles et des expositions concurrentes ou antérieures. Ils pourraient donc offrir une mesure plus complète des répercussions de l'exposition sur la santé. Les initiatives d'évaluation des risques reconnaissent de plus en plus la nécessité d'évaluer les répercussions possibles des expositions multiples. Comme ils englobent les mesures distales qui représentent les effets de l'exposition sur de nombreuses voies biologiques convergentes, les indices de charge allostatique constituent un outil permettant d'évaluer les répercussions cumulatives des stressseurs qui peuvent agir par différentes voies comme une fonction de la variabilité individuelle sur le plan de l'exposition et de la vulnérabilité. Il est important de souligner que l'indice peut servir à quantifier les effets subcliniques. On peut donc examiner les effets des stressseurs au sein de la population en entier, ce qui permet d'obtenir une caractérisation plus exhaustive des répercussions sur la santé de la population, une caractérisation qui va au-delà de l'admission à l'hôpital et de la mortalité. ■

Références

1. Agence de la santé publique du Canada, *Prévention des maladies chroniques — Plan stratégique 2013–2016*, disponible à l'adresse : http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/aspc-phac/HP35-39-2013-fra.pdf
2. Organisation mondiale de la Santé, *Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013–2020*, disponible à l'adresse : http://www.who.int/nmh/events/ncd_action_plan/en/.
3. C.V. Rider, M.L. Dourson, R.C. Hertzberg, *et al.*, « Incorporating nonchemical stressors into cumulative risk assessments », *Toxicological Sciences*, 127(1), 2012, p. 10-17.
4. A.S. Lewis, S.N. Sax, S.C. Wason et S.L. Campleman, « Non-chemical stressors and cumulative risk assessment: an overview of current initiatives and potential air pollutant interactions », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(6), 2011, p. 2020-2073.
5. B.S. McEwen et E. Stellar, « Stress and the individual. Mechanisms leading to disease », *Archives of Internal Medicine*, 153(18), 1993, p. 2093-2101.
6. B.S. McEwen et T. Seeman, « Protective and damaging effects of mediators of stress. Elaborating and testing the concepts of allostasis and allostatic load », *Annals of the New York Academy of Sciences*, 896, 1999, p. 30-47.
7. M.T. Duong, B.A. Bingham, P.C. Aldana, *et al.*, « Variation in the Calculation of Allostatic Load Score: 21 Examples from NHANES », *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*, 4(3), 2017, p. 455-461.
8. E.M. Crimmins, M. Johnston, M. Hayward et T. Seeman, « Age differences in allostatic load: an index of physiological dysregulation », *Experimental Gerontology*, 38(7), 2003, p. 731-734.
9. T.E. Seeman, E. Crimmins, M.H. Huang, *et al.*, « Cumulative biological risk and socio-economic differences in mortality: MacArthur studies of successful aging », *Social Science & Medicine*, 58(10), 2004, p. 1985-1997.
10. C.E. Bird, T. Seeman, J.J. Escarce, *et al.*, « Neighbourhood socioeconomic status and biological 'wear and tear' in a nationally representative sample of US adults », *Journal of Epidemiology and Community Health*, 64(10), 2010, p. 860-865.
11. A.S. Karlamangla, B.H. Singer et T.E. Seeman, « Reduction in allostatic load in older adults is associated with lower all-cause mortality risk: MacArthur studies of successful aging », *Psychosomatic Medicine*, 68(3), 2006, p. 500-507.
12. L.N. Borrell, J. Dallo et N. Nguyen, « Racial/ethnic disparities in all-cause mortality in U.S. adults: the effect of allostatic load », *Public Health Reports*, 125(6), 2010, p. 810-816.
13. G.W. Evans et M.A. Schamberg, « Childhood poverty, chronic stress, and adult working memory », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(16), 2009, p. 6545-6549.
14. T.E. Seeman, B.H. Singer, J.W. Rowe, *et al.*, « Price of adaptation--allostatic load and its health consequences. MacArthur studies of successful aging », *Archives of Internal Medicine*, 157(19), 1997, p. 2259-2268.
15. T.E. Seeman, B.S. McEwen, J.W. Rowe et B.H. Singer, « Allostatic load as a marker of cumulative biological risk: MacArthur studies of successful aging », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(8), 2001, p. 4770-4775.
16. D. Feeny, M.S. Kaplan, N. Huguet et B.H. McFarland, « Comparing population health in the United States and Canada », *Population Health Metrics*, 8:8, 2010.
17. S.S. Merkin, R. Basurto-Davila, A. Karlamangla, *et al.*, « Neighborhoods and cumulative biological risk profiles by race/ethnicity in a national sample of U.S. adults: NHANES III », *Annals of Epidemiology*, 19(3), 2009, p. 194-201.
18. T. Seeman, S.S. Merkin, E. Crimmins, *et al.*, « Education, income and ethnic differences in cumulative biological risk profiles in a national sample of US adults: NHANES III (1988-1994) », *Social Science & Medicine*, 66(1), 2008, p. 72-87.
19. N. Rosenberg, C.G. Park et K. Eldeirawi, « Relationship of serum carotenoid concentrations with allostatic load as a measure of chronic stress among middle-aged adults in the USA », *Public Health Nutrition*, 18(2), 2015, p. 313-321.
20. Statistique Canada, *Guide de l'utilisateur des données de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) : cycle 1, avril 2011*, disponible à l'adresse : http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmndi/document/5071_D2_T1_V1-fra.pdf.
21. Statistique Canada, *Guide de l'utilisateur des données de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) : cycle 2, novembre 2012*, disponible à l'adresse : http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmndi/document/5071_D4_T9_V1-fra.htm.
22. Statistique Canada, *Guide de l'utilisateur des données de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS) : cycle 3, novembre 2014*, disponible à l'adresse http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmndi/document/5071_D4_T9_V2-fra.htm
23. Statistique Canada, *Instructions pour la combinaison de multiples cycles de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé (ECMS)*, Ottawa, Statistique Canada, 2016, disponible à l'adresse http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmndi/document/5071_D4_T9_V2-fra.htm
24. J. Carson, « Le pouvoir de dépenser des familles », *L'emploi et le revenu en perspective*, 3(10), 2002, p. 5-14.
25. R Core Team, *R: A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing, 2017.
26. E.M. Crimmins, J.K. Kim et T.E. Seeman, « Poverty and biological risk: the earlier "aging" of the poor », *Journals of gerontology Series A-Biological sciences and medical sciences*, 64(2), 2009, p. 286-292.
27. E.M. Crimmins et H. Beltran-Sanchez, « Mortality and morbidity trends: is there compression of morbidity? », *Journals of gerontology Series A-Biological sciences and medical sciences*, 66(1), 2011, p. 75-86.
28. T. Bushnik, M. Tjepkema et L. Martel, « L'espérance de vie ajustée sur la santé au Canada », *Rapports sur la santé*, 29(4), 2018, p. 15-25.
29. A.T. Geronimus, M. Hicken, D. Keene et J. Bound, « "Weathering" and age patterns of allostatic load scores among blacks and whites in the United States », *American Journal of Public Health*, 96(5), 2006, p. 826-833.
30. J.B. Dowd, A.M. Simanek et A.E. Aiello, « Socio-economic status, cortisol and allostatic load: a review of the literature », *International Journal of Epidemiology*, 38(5), 2009, p. 1297-1309.
31. J.R. Piazza, D.M. Almeida, N.O. Dmitrieva et L.C. Klein, « Frontiers in the use of biomarkers of health in research on stress and aging », *Journals of gerontology Series A-Biological sciences and medical sciences*, 65(5), 2010, p. 513-525.
32. E.M. Thomson, « Neurobehavioral and metabolic impacts of inhaled pollutants: a role for the hypothalamic-pituitary-adrenal axis? », *Endocrine Disruptors*, 1(1), 2014, p. 1-5.