



HAL
open science

Early trauma-induced sarcopenia diagnosed on psoas CT scan predicts a prolonged mechanical ventilation duration and a worse outcome in severe trauma patients

Sonia Tazerout

► To cite this version:

Sonia Tazerout. Early trauma-induced sarcopenia diagnosed on psoas CT scan predicts a prolonged mechanical ventilation duration and a worse outcome in severe trauma patients. Human health and pathology. 2018. dumas-03246212

HAL Id: dumas-03246212

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03246212>

Submitted on 2 Jun 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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Sonia TAZEROUT

Le 23 Mars 2018

Early trauma-induced sarcopenia diagnosed on psoas CT scan predicts a prolonged mechanical ventilation duration and a worse outcome in severe trauma patients.

Directeur de thèse : MARTINEZ Orianne

JURY

Président :

Pr CAPDEVILA Xavier

Assesseurs :

Pr MERCIER Jacques

Pr TAOUREL Patrice

Dr MARTINEZ Orianne

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Sonia TAZEROUT

Le 23 Mars 2018

Early trauma-induced sarcopenia diagnosed on psoas CT scan predicts a prolonged mechanical ventilation duration and a worse outcome in severe trauma patients.

Directeur de thèse : MARTINEZ Orianne

JURY

Président :

Pr CAPDEVILA Xavier

Assesseurs :

Pr MERCIER Jacques

Pr TAOUREL Patrice

Dr MARTINEZ Orianne

ANNEE UNIVERSITAIRE 2017 - 2018

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALLIEU Yves
 ALRIC Robert
 ARNAUD Bernard
 ASTRUC Jacques
 AUSSILLOUX Charles
 AVEROUS Michel
 AYRAL Guy
 BAILLAT Xavier
 BALDET Pierre
 BALDY-MOULINIER Michel
 BARMES Jean-Louis
 BARMES Pierre
 BANSARD Nicole
 BAYLET René
 BILLIARD Michel
 BLARD Jean-Marie
 BLAYAC Jean Pierre
 BLOTMAN Francis
 BONNEL François
 BOUDET Charles
 BOURGEOIS Jean-Marie
 BRUEL Jean Michel
 BUREAU Jean-Paul
 BRUNEL Michel
 CALLIS Albert
 CANAUD Bernard
 CASTELNAU Didier
 CHAPTAL Paul-André
 CIURANA Albert-Jean
 CLOT Jacques
 D'ATHIS Françoise
 DEMAILLE Jacques
 DESCOMPS Bernard

DIMEGLIO Alain
 DU CAILAR Jacques
 DUBOIS Jean Bernard
 DUMAS Robert
 DUMAZER Romain
 ECHENNE Bernard
 FABRE Serge
 FREREBEAU Philippe
 GALIFER René Benoît
 GODLEWSKI Guilhem
 GRASSET Daniel
 GROLLEAU-RAOUX Robert
 GUILHOU Jean-Jacques
 HERTAULT Jean
 HUMEAU Claude
 JAFFIOL Claude
 JANBON Charles
 JANBON François
 JARRY Daniel
 JOYEUX Henri
 LAFFARGUE François
 LALLEMANT Jean Gabriel
 LAMARQUE Jean-Louis
 LAPEYRIE Henri
 LESBROS Daniel
 LOPEZ François Michel
 LORIOT Jean
 LOUBATIERES Marie Madeleine
 MAGNAN DE BORNIER Bernard
 MARY Henri
 MATHIEU-DAUDE Pierre

MEYNADIER Jean
 MICHEL François-Bernard
 MICHEL Henri
 MION Charles
 MION Henri
 MIRO Luis
 NAVARRO Maurice
 NAVRATIL Henri
 OTHONIEL Jacques
 PAGES Michel
 PEGURET Claude
 POUGET Régis
 PUECH Paul
 PUJOL Henri
 PUJOL Rémy
 RABISCHONG Pierre
 RAMUZ Michel
 RIEU Daniel
 RIOUX Jean-Antoine
 ROCHEFORT Henri
 ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean
 Pierre
 SAINT AUBERT Bernard
 SANCHO-GARNIER Héléène
 SANY Jacques
 SENAC Jean-Paul
 SERRE Arlette
 SIMON Lucien
 SOLASSOL Claude
 THEVENET André
 VIDAL Jacques
 VISIER Jean Pierre

Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude
 BLANC François
 BOULENGER Jean-Philippe
 BOURREL Gérard
 BRINGER Jacques
 CLAUSTRES Mireille
 DAURES Jean-Pierre
 DAUZAT Michel
 DEDET Jean-Pierre
 ELEDJAM Jean-Jacques
 GUERRIER Bernard
 JOURDAN Jacques
 MAURY Michèle

MILLAT Bertrand
 MARES Pierre
 MONNIER Louis
 PRAT Dominique
 PRATLONG Francine
 PREFAUT Christian
 PUJOL Rémy
 ROSSI Michel
 SULTAN Charles
 TOUCHON Jacques
 VOISIN Michel
 ZANCA Michel

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-PH de classe exceptionnelle

ALBAT Bernard - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
 ALRIC Pierre - Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
 BACCINO Eric - Médecine légale et droit de la santé
 BASTIEN Patrick - Parasitologie et mycologie

BONAFE Alain - Radiologie et imagerie médicale
CAPDEVILA Xavier - Anesthésiologie-réanimation
COMBE Bernard - Rhumatologie
COSTA Pierre - Urologie
COTTALORDA Jérôme - Chirurgie infantile
COUBES Philippe - Neurochirurgie
CRAMPETTE Louis - Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul - Biochimie et biologie moléculaire
DAVY Jean Marc - Cardiologie
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel - Anesthésiologie-réanimation
DELAPORTE Eric - Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DE WAZIERES Benoît - Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DOMERGUE Jacques - Chirurgie générale
DUFFAU Hugues - Neurochirurgie
DUJOLS Pierre - Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
ELIAOU Jean François - Immunologie
FABRE Jean Michel - Chirurgie générale
GUILLOT Bernard - Dermato-vénéréologie
HAMAMAH Samir-Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HEDON Bernard-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
HERISSON Christian-Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir-Anesthésiologie-réanimation
JEANDEL Claude-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JONQUET Olivier-Réanimation ; médecine d'urgence
JORGENSEN Christian-Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier-Biophysique et médecine nucléaire
LANDAIS Paul-Epidémiologie, Economie de la santé et Prévention
LARREY Dominique-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
LEFRANT Jean-Yves-Anesthésiologie-réanimation
LE QUELLEC Alain-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
MARTY-ANE Charles - Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MAUDELONDE Thierry - Biologie cellulaire
MERCIER Jacques - Physiologie
MESSNER Patrick - Cardiologie
MOURAD Georges-Néphrologie
PELLISSIER Jacques-Médecine physique et de réadaptation
RENARD Eric-Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques-Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIBSTEIN Jean-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
RIPART Jacques-Anesthésiologie-réanimation
ROUANET Philippe-Cancérologie ; radiothérapie
SCHVED Jean François-Hématologie; Transfusion
TAOUREL Patrice-Radiologie et imagerie médicale
UZIEL Alain -Oto-rhino-laryngologie
VANDE PERRE Philippe-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc-Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{er} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia-Hématologie ; transfusion
AVIGNON Antoine-Nutrition
AZRIA David -Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria-Pédopsychiatrie ; addictologie
BEREGI Jean-Paul-Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie

BLANC Pierre-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric-Chirurgie digestive
BOULOT Pierre-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAMBONIE Gilles -Pédiatrie
CAMU William-Neurologie
CANOVAS François-Anatomie
CARTRON Guillaume-Hématologie ; transfusion
CHAMMAS Michel-Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal-Anesthésiologie-réanimation
CORBEAU Pierre-Immunologie
COSTES Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques
COURTET Philippe-Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CYTEVAL Catherine-Radiologie et imagerie médicale
DADURE Christophe-Anesthésiologie-réanimation
DAUVILLIERS Yves-Physiologie
DE TAYRAC Renaud-Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DEMARIA Roland-Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEMOLY Pascal-Pneumologie ; addictologie
DEREURE Olivier-Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane -Urologie
DUCROS Anne-Neurologie -
FRAPIER Jean-Marc-Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
KLOUCHE Kada-Réanimation ; médecine d'urgence
KOENIG Michel-Génétique moléculaire
LABAUGE Pierre- Neurologie
LAFFONT Isabelle-Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry-Cytologie et histologie
LECLERCQ Florence-Cardiologie
LEHMANN Sylvain-Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge-Biochimie et Biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis-Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan -Physiologie
MEUNIER Laurent-Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel-Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis-Pédiatrie
NAVARRO Francis-Chirurgie générale
PAGEAUX Georges-Philippe-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PETIT Pierre-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PERNEY Pascal-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PUJOL Jean Louis-Pneumologie ; addictologie
PUJOL Pascal-Biologie cellulaire
PURPER-OUAKIL Diane-Pédopsychiatrie ; addictologie
QUERE Isabelle-Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
SOTTO Albert-Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TOUITOU Isabelle-Génétique
TRAN Tu-Anh-Pédiatrie
VERNHET Hélène-Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

ASSENAT Éric-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BERTHET Jean-Philippe-Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BOURDIN Arnaud-Pneumologie ; addictologie
CANAUD Ludovic-Chirurgie vasculaire ; Médecine Vasculaire
CAPDEVIELLE Delphine-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CAPTIER Guillaume-Anatomie
CAYLA Guillaume-Cardiologie
CHANQUES Gérald-Anesthésiologie-réanimation
COLOMBO Pierre-Emmanuel-Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent-Radiologie et imagerie médicale
COULET Bertrand-Chirurgie orthopédique et traumatologique

CUVILLON Philippe-Anesthésiologie-réanimation
DAIEN Vincent-Ophtalmologie
DE VOS John-Cytologie et histologie
DORANDEU Anne-Médecine légale -
DUPEYRON Arnaud-Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre-Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud -Oto-rhino-laryngologie
GAUJOUX Viala Cécile-Rhumatologie
GENEVIEVE David-Génétique
GODREUIL Sylvain-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILLAUME Sébastien-Urgences et Post urgences psychiatriques -
GUILPAIN Philippe-Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
GUIU Boris-Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice-Physiologie
HOUEDE Nadine-Cancérologie ; radiothérapie
JACOT William-Cancérologie ; Radiothérapie
JUNG Boris-Réanimation ; médecine d'urgence
KALFA Nicolas-Chirurgie infantile
KOUYOUMDJIAN Pascal-Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence-Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin-Oto-rhino-laryngologie
LAVIGNE Jean-Philippe-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent-Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LETOUZEY Vincent-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LOPEZ CASTROMAN Jorge-Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric-Rhumatologie
MAURY Philippe-Chirurgie orthopédique et traumatologique
MILLET Ingrid-Radiologie et imagerie médicale
MORANNE Olivier-Néphrologie
MOREL Jacques -Rhumatologie
NAGOT Nicolas-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NOCCA David-Chirurgie digestive
PANARO Fabrizio-Chirurgie générale
PARIS Françoise-Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PASQUIE Jean-Luc-Cardiologie
PEREZ MARTIN Antonia-Physiologie
POUDEROUX Philippe-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PRUDHOMME Michel-Anatomie
RIGAU Valérie-Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François-Pédiatrie
ROGER Pascal-Anatomie et cytologie pathologiques
ROSSI Jean François-Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François-Cardiologie
SEBBANE Mustapha-Anesthésiologie-réanimation
SEGNARBIEUX François-Neurochirurgie
SIRVENT Nicolas-Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme-Biologie cellulaire
SULTAN Ariane-Nutrition
THOUVENOT Éric-Neurologie
THURET Rodolphe-Urologie
VENAIL Frédéric-Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max-Ophtalmologie
VINCENT Denis -Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry-Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne-Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques - Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes

2^{ème} classe :

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila - Biochimie et biologie moléculaire

VISIER Laurent - Sociologie, démographie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

2^{ème} classe :

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

DAVID Michel

RAMBAUD Jacques

PROFESSEUR ASSOCIE - Médecine

BESSIS Didier - Dermato-vénéréologie)

PERRIGAULT Pierre-François - Anesthésiologie-réanimation ; médecine d'urgence

ROUBERTIE Agathe – Pédiatrie

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe

CACHEUX-RATABOUL Valère-Génétique

CARRIERE Christian-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

CHARACHON Sylvie-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

FABBRO-PERAY Pascale-Epidémiologie, économie de la santé et prévention

HILLAIRE-BUYS Dominique-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

PELLESTOR Franck-Cytologie et histologie

PUJOL Joseph-Anatomie

RAMOS Jeanne-Anatomie et cytologie pathologiques

RICHARD Bruno-Thérapeutique ; addictologie

RISPAIL Philippe-Parasitologie et mycologie

SEGONDY Michel-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

STOEBNER Pierre -Dermato-vénéréologie

MCU-PH de 1^{re} classe

ALLARDET-SERVENT Annick-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

BADIOU Stéphanie-Biochimie et biologie moléculaire

BOUDOUSQ Vincent-Biophysique et médecine nucléaire

BOULLE Nathalie-Biologie cellulaire

BOURGIER Céline-Cancérologie ; Radiothérapie

BRET Caroline -Hématologie biologique

COSSEE Mireille-Génétique Moléculaire

GABELLE DELOUSTAL Audrey-Neurologie

GIANSILY-BLAIZOT Muriel-Hématologie ; transfusion

GIRARDET-BESSIS Anne-Biochimie et biologie moléculaire

LAVIGNE Géraldine-Hématologie ; transfusion

LE QUINTREC Moglie-Néphrologie

MATHIEU Olivier-Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas-Neuroradiologie

MOUZAT Kévin-Biochimie et biologie moléculaire

PANABIERES Catherine-Biologie cellulaire

PHILIBERT Pascal-Biologie et médecine du développement et de la reproduction

RAVEL Christophe - Parasitologie et mycologie

SCHUSTER-BECK Iris-Physiologie

STERKERS Yvon-Parasitologie et mycologie
TUAILLON Edouard-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YACHOUH Jacques-Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
MCU-PH de 2^{ème} classe
BERTRAND Martin-Anatomie
BRUN Michel-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
DU THANH Aurélie-Dermato-vénérologie
GALANAUD Jean Philippe-Médecine Vasculaire
GOUZI Farès-Physiologie
JEZIORSKI Éric-Pédiatrie
KUSTER Nils-Biochimie et biologie moléculaire
LESAGE François-Xavier-Médecine et Santé au Travail
MAKINSON Alain-Maladies infectieuses, Maladies tropicales
MURA Thibault-Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie-Psychiatrie d'adultes ; addictologie
THEVENIN-RENE Céline-Immunologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - Médecine Générale

COSTA David
FOLCO-LOGNOS Béatrice

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard
GARCIA Marc
MILLION Elodie
PAVAGEAU Sylvain
REBOUL Marie-Catherine
SEGURET Pierre

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric - Sciences biologiques fondamentales et cliniques

Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine - Neurosciences
BERNEX Florence - Physiologie
CHAUMONT-DUBEL Séverine - Sciences du médicament et des autres produits de santé
CHAZAL Nathalie - Biologie cellulaire
DELABY Constance - Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent - Sciences biologiques fondamentales et cliniques
LADRET Véronique - Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINE Sébastien - Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel - Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine - Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent - Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme - Science biologiques, fondamentales et cliniques
MORITZ-GASSER Sylvie - Neurosciences
MOUTOT Gilles - Philosophie
PASSERIEUX Emilie - Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie - Histologie
TAULAN Magali - Biologie Cellulaire

PRATICIENS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

CLAIRE DAIEN-Rhumatologie
BASTIDE Sophie-Epidémiologie, économie de la santé et prévention
FAILLIE Jean-Luc-
Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

GATINOIS Vincent-Histologie, embryologie et cytogénétique
HERLIN Christian -Chirurgie plastique ; reconstructrice et esthétique ; brûlologie
HERRERO Astrid-Chirurgie générale
PANTEL Alix-Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie-Thérapeutique, médecine d'urgence ; addictologie
PINETON DE CHAMBRUN Guillaume-Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
TORRE Antoine-Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

Remerciements

Tout d'abord à l'ensemble de mon jury de thèse.

Au Professeur CAPDEVILA, merci de me faire l'honneur de présider ce jury. Je vous remercie des conseils que vous m'avez prodigués dès le début de cette thèse, qui m'ont été d'une aide précieuse dans l'interprétation de ce travail. Merci de faire en sorte que l'internat d'anesthésie à Montpellier soit si formateur et si protecteur à la fois, et merci également de m'accueillir dans votre service dès mai 2018.

Au Professeur MERCIER, je vous remercie de siéger parmi les membres de ce jury. Votre expertise sur ce travail me permettra encore de l'améliorer et de m'apporter un point de vue différent. Merci encore de votre disponibilité.

Au Professeur TAOUREL, un grand merci d'avoir permis ce travail : sans vous et toute l'équipe de radiologie, cela n'aurait pas été possible. Merci de l'intérêt que vous portez à ma thèse, et merci d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Au Docteur Oriane Martinez, merci de m'avoir proposé ce sujet et d'avoir accepté de diriger ce travail. Je te remercie de m'avoir motivée quand il le fallait. Ta gentillesse, ta bonne humeur et ta patience m'ont beaucoup fait apprécier de travailler avec toi.

Merci à tous ceux qui ont participé à ce travail.

Un énorme merci à Jonathan, tu m'as beaucoup guidée tout au long de l'écriture, et tes précieux conseils ont permis de faire de ce travail ce qu'il est. Merci d'avoir donné de ton temps, et merci d'avoir pris mes appels impromptus afin de m'aiguiller.

Merci à Benjamin Monsonis, d'avoir accepté de relire toutes ces coupes scanners.

Merci à Mireille et Véronique, de m'avoir aidé à accéder aux dossiers et de m'avoir fait gagner un temps certain.

Merci à tous mes Maîtres pour leurs enseignements.

A l'équipe de réanimation chirurgicale de Nîmes. Ce premier stage m'a conforté définitivement dans mon choix d'anesthésie-réanimation. Merci au Dr Muller pour sa patience et sa pédagogie, ainsi qu'à tous les autres médecins pour leur apprentissage.

A l'équipe de Val d'Aurel. Merci au Professeur Cuvillon de m'avoir patiemment initié à l'anesthésie et à toute l'équipe extrêmement variée qui m'a fait découvrir les multiples façons de pratiquer l'anesthésie.

A toute l'équipe d'anesthésie réanimation du DAR C, plus particulièrement aux Dr Pavillard, Dr Boularan, Pr Perrigault.

A l'équipe d'anesthésie orthopédique de Montpellier. Merci au Dr Choquet de nous transmettre toutes ses connaissances et son expertise sur l'ALR, ainsi qu'à Philippe, Caroline, Nathalie, Jean-François, Didier pour leur patience. Je me fais un plaisir de rejoindre votre équipe dès Mai.

A tous les médecins de réanimation médicale, Pr Klouche, Vincent, Liliane, Aurel, Valérie, Noémie, Delphine, Philippe, Laura, Corinne pour leur rigueur et leurs connaissances.

Aux médecins de réanimation du CRATS. Encore une fois, Jonathan, pour m'avoir conseillée sur cette thèse et pour les nombreux débats, tant sur le plan médical que personnel, n'hésites pas si je peux te renvoyer l'ascenseur niveau déco, et n'oublies pas mon pari gagné...Camille, Jean-Paul, Medhi, Orianne qui m'avez formée sur tant de choses différentes. Et Pauline, tu me fais rêver avec tous ces voyages, et tes connaissances impressionnantes sur tant de sujets, tu es un exemple à suivre pour beaucoup d'entre nous !

A l'équipe de réanimation cardiaque du DAR D, ça a été un stage extrêmement formateur. Merci au Pr Colson, à Philippe, Nordine, Marine, Marc, Jacob, Gianluca et tous les autres pour m'avoir initiée à l'anesthésie-réanimation cardio vasculaire.

Au Pr DADURE pour sa disponibilité et à toute l'équipe d'anesthésie pédiatrique. Isabelle, Anne-Charlotte, Olivier, Philippe, Maud, Laurent, Christine, Caroline, Andréa. Je suis arrivée dans ce stage avec la peur des enfants, et pourtant votre bienveillance, votre douceur et votre patience m'ont fait adorer ce stage.

Et enfin, à toute l'équipe de la maternité de m'avoir supportée (dans les 2 sens du terme), et ça pour 2 semestres ! Merci infiniment Domi de m'avoir soutenue, écoutée, protégée, d'être tout simplement présente et de m'avoir tant aidée ! Merci à Jacques, tu m'as permis de beaucoup rire et tes absences ponctuelles pour faire partie des « hautes sphères » me peinaient. Merci à Christine pour ta douceur et ton ouverture d'esprit, à Marie pour tous tes précieux conseils sur les situations difficiles, à Meriem et à Myriam pour m'avoir formée lors du 1^{er} semestre à la maternité. Et merci Fleur d'être venue te promener à Montpellier, quelle belle rencontre !

Merci également aux IADES pour tout ce que vous m'avez appris et que vous continuez à m'apprendre, plus particulièrement Valérie pour mes premiers pas en ortho, Marie-Laure, Isabelle, Anais, Géraldine, Rachelle (on se retrouve bientôt sur Lapeyronie), Christine, Mathilde, Damien, Stéphane d'avoir rendu ce dernier stage si génial ! Merci à toutes les infirmières, kinés, aide-soignantes, ASH que j'ai cotoyés durant ces 5 ans.

A tous mes cointernes :

Ma Mona, on ne l'aurait pas deviné tout de suite tellement on est différente, mais parfois la vie fait bien les choses. Heureusement qu'on a eu ce premier stage en commun, qui nous a permis de nous découvrir, pour ne plus nous quitter par la suite. Et s'il te reprenait l'envie d'aller t'exiler au Canada ou ailleurs, tu sais ce que j'en pense... Merci pour ces longs débats sur la vie, sur ton ouverture d'esprit et ta tolérance qui me permettent d'évoluer. Ta chambre t'attend à la maison. Camille, merci pour ta présence et ton soutien indéfectible, pour ces moments de détente entre 2 paragraphes, pour tous tes conseils et pour ces Escape Game qui nous attendent encore. Flora pour ta douceur et ta gentillesse, même enceinte de 8,5mois, tu passes encore dans des petits trous sombres d'un certain abattoir... Cindé pour ton optimisme à toute épreuve qui fait du bien, Elie pour ta gentillesse même si tu dis être passé de l'autre côté de la force, à tous ces repas autour de mets délicieux à l'internat...A Thibault, pour ton enthousiasme, on se verra sans doute en Guyane, sinon ce sera en Martinique avec toute la bande du DAR A, avec Marion qui disciplinera ces garçons et Matthieu qui nous apprendra « légalement » à plonger. A FX et Cécilia, merci d'être venus de Marseille pour 6 mois, vous comptez vraiment pour moi-même si on n'a pas l'occasion de se voir souvent. A Clément, je me souviendrai longtemps de cette longue soirée à parler métaphysique à 5h du matin, quelques verres en trop après les cours de DES à Marseille, Elie, à nos premiers pas ensemble pour ce 1^{er} semestre en réanimation à Nîmes. A mes cointernes de GDC, Maxime mon futur collègue pour

tous ces récits de voyages passionnants, Manue un jour pour un couscous peut-être, Tarik pour ta zenitude, Olivier pour ton sens de l'humour. Kévin, Jordy, Clément pour ce semestre d'été à la maternité. Guillaume, Martin, Hugo, Jérémy, Mona et Matthieu pour tenir le rythme durant le stage de réa méd. Tarik, FX, Cindé, Jérémy pour cette entraide pendant notre stage en ortho. Au semestre entre filles au DAR D, Elisabeth, Marina, Flora, Cindé, Camille et tous nos petits « afterwork ». Céline et cette pendaison de crémaillère qu'on attend toujours depuis bientôt 2 ans..., Jean-Clément, Séverin, Julien, Thibault, Mona, Camille pour ce doux semestre en pédiatrie. A l'une des meilleures équipes que le DAR A n'ait jamais connues (en tout cas de notre point de vue), merci à Mona, Cindé, Elie, Thibault, Marion, Matthieu et Fanny pour cette cohésion et ces heures enfermés dans le bureau à écrire des comptes rendus et surtout discuter. Merci à mes cointernes de la maternité phase 2 (et oui, chef à l'internat, mais cointerne quand ça m'arrange, vous le savez...), Clément, Julien, Romain, Christopher (et tes vacances insoupçonnées, tu vois de quoi je veux parler...), et Audrey, vous m'avez aussi rendu ce semestre extrêmement agréable ! Et merci à tous les autres, Guillaume, Jérémy, Fabien mon compatriote, Mélanie, Michaela, Rémy, Pauline une des seules chirurgiens orthopédistes très humaine, Yassir, Pierre et ceux que j'oublie sûrement.

A mes amies d'enfance. Mélanie, on se connaît depuis la 5^{ème}, on s'est vue grandir, on a assisté aux évènements importants de nos vies, tu t'es mariée, tu es mère de famille, mais notre complicité est toujours la même après toutes ces années. On a fait toutes les bêtises possibles, qu'on aime se rappeler lors de nos soirées, et si on se retourne, on a de la chance d'être là où on est en. Merci de ta bienveillance et de ton amitié. Sophie, mon double. Je suis surprise à chaque fois que l'on se voit, d'être à ce point sur la même longueur d'onde sur tous les sujets ! Même après plusieurs mois sans se parler, on se retrouve et c'est comme si on avait encore 15 ans... (ça veut peut-être dire qu'il va falloir grandir...). Je te remercie de ta simplicité et de ton franc-parler, et quitte plus souvent ta vie parisienne pour venir prendre le soleil dans le sud !

A ma famille.

A Malek, qui malgré sa bougeotte, revient toujours aux fondamentaux. Merci d'avoir veillé sur ta petite sœur au lycée et de m'avoir fait partager tes bons plans, merci de tous les moments vécus ensemble, et de cette merveilleuse famille que tu as construite, Matéo, Sophia, Adriana et de tous ces bonheurs partagés lors de nos retrouvailles, que j'aimerais plus nombreux...

A ma grande sœur. Tu t'es soigneusement occupée de moi, mes cheveux, mes déguisements, tes conseils... Puis vint cette veille de P1, petite salade de roquette et massage avant d'aller au lit : et voilà ! Merci de ton implication, pour tout ce que tu as fait et que tu continueras à faire, tout simplement merci d'être ma grande sœur.

Merci à mes parents. Pour tout ce que vous avez fait pour nous. Pour être ce que vous êtes. Pour rien au monde je n'aurai souhaité une autre éducation. Vous avez fait beaucoup de sacrifices. Papa, tu as travaillé de façon acharnée pour venir en France, tu nous as permis de vivre confortablement, et de faire des études. Maman, tu as tout abandonné pour nous, je sais que c'est une blessure encore présente, mais nous n'en serions probablement pas là si tu ne l'avais pas fait. J'ai en quelque sorte suivi ta voie. J'espère que vous êtes fiers de moi. Je n'ai sûrement pas vécu les choses de la même façon que vous, mais je ne regrette rien car c'est ce qui fait ce que nous sommes aujourd'hui. Merci encore infiniment de tout ce que vous faites, je vous aime plus que tout, et il ne reste plus qu'à profiter désormais.

Merci à l'ensemble de mes oncles et tantes, cousins et cousines, que j'aime profondément mais qui seraient trop nombreux à énumérer.

JP, tout d'abord, merci à toute ta famille de m'avoir accueillie, Pierrick, Annie, Christophe, Estelle, Stéphane et Marie-Hélène. Merci pour ces repas de famille où je me sens désormais comme chez moi.

Bonhomme, tu es mon amoureux, mon âme-sœur, mon meilleur ami, bref ma moitié. Tu m'écoutes quand je sors de garde et que je ne peux plus m'arrêter de parler, tu me calmes (et je t'énerve), tu me raisones (en tous cas tu essaies), tu déteins sur moi et moi sur toi, on s'est construit ensemble, on est si différent mais on a le même regard sur la vie, les mêmes valeurs et je me rends compte de la chance qu'on a de s'être trouvés. On a déjà construit un bout de notre vie ensemble, et les projets qui restent à venir sont encore bien plus excitants. Je t'aime.

SOMMAIRE

RESUME	15
ABSTRACT.....	16
BACKGROUND	16
PATIENTS AND METHODS	17
Study Design and Patients.....	17
Data Collection	17
CT imaging study	18
Definition of sarcopenia & Statistical analysis	18
RESULTS.....	19
Study population & Baseline characteristics.....	19
Study imaging & Sarcopenia determination	19
Early trauma-induced Sarcopenia & Outcome.....	20
DISCUSSION	20
CONCLUSION	23
REFERENCES	24
APPENDICES.....	28

Early trauma-induced sarcopenia diagnosed on psoas CT scan predicts a prolonged mechanical ventilation duration and a worse outcome in severe trauma patients.

RESUME

Introduction : Le but de cette étude était d'évaluer la relation statistique entre la Sarcopénie Trauma-Induite (STI) précoce déterminée par l'aire scanographique du psoas et la durée de ventilation mécanique ainsi que le pronostic des patients traumatisés sévères.

Méthodes : Une étude rétrospective a été réalisée entre janvier 2010 et décembre 2015 chez des patients traumatisés sévères (ISS>15) hospitalisés en réanimation durant plus de 7 jours. L'index du muscle psoas (IMP) était mesuré sur 2 scanners distants (à l'admission puis quelques jours plus tard) afin de calculer le Δ IMP (pourcentage de réduction de l'IMP entre les 2 scanners). Trois groupes de sévérité de STI ont été *a posteriori* déterminés suivant la valeur du Δ IMP: faible (25% des Δ IMP les plus faibles), modérée et sévère (25% des Δ IMP les plus élevés) STI. Différents modèles de régression linéaire ont ensuite été effectués pour prédire la durée de ventilation mécanique, la durée d'amines, la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital selon le Δ IMP.

Résultats : Un total de 114 patients traumatisés ont été inclus (âge 40 ans [EI, 25–54], ISS 33 [EI, 25–41]). Basé sur le Δ IMP, 29 patients ont été classés dans le groupe faible STI (Δ IMP 0–6.4%), 56 dans le groupe STI modérée (Δ IMP 6.5–18.2%) et 29 dans le groupe STI sévère (Δ IMP \geq 18.8%). La sévérité de la STI était significativement associée à la durée de ventilation mécanique, aux besoins en cathécolamines, ainsi qu'à la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital ($P<0.001$). Les pneumopathies tardives ($P=0.006$) ainsi que les autres infections tardives ($P=0.014$), et les événements thrombo-emboliques étaient statistiquement associés à la sévérité de la STI. Le taux de mortalité ne différaient statistiquement pas entre les 3 groupes ($P=0.20$). L'analyse par régression linéaire a montré que chaque augmentation de 1% du Δ IMP augmentait de 0.90 jour la durée de ventilation mécanique ($P<0.001$), de 0.29 jour la durée d'amines ($P<0.001$), de 0.82 jour la durée d'hospitalisation ($P<0.001$). Ces résultats ont été confirmés après ajustement des potentiels facteurs confondants ($P<0.001$).

Conclusion : La sarcopénie trauma-induite précoce diagnostiquée dans notre étude par le Δ IMP était fortement associée à la durée de ventilation mécanique et au pronostic des patients traumatisés sévères.

Mots clé : Atteinte respiratoire, Complications respiratoires, Défaillance multi-viscérale, Dénutrition, Fonte musculaire, Index du muscle psoas (IMP), Infections, Patients réanimatoires.

ABSTRACT

Background: The aim of present study was to assess the association between early Trauma-Induced Sarcopenia (TIS) determined on psoas CT scan and mechanical ventilation duration and outcomes in severe trauma patients.

Methods: A retrospective analysis of severe trauma patients (ISS >15) hospitalized in intensive care unit (ICU) longer than 7 days between January 2010 and December 2015 was performed. Psoas muscle index (PMI) was measured on both admission and delayed CT scan. Δ PMI was then calculated as the percentage of PMI loss between these two scans. Three groups were *a posteriori* defined using the quartiles of Δ PMI value and compared: low (lower quart), moderate, and severe (higher quart) early TIS groups. Linear regression analysis was also performed to predict mechanical ventilation duration, catecholamines duration, ICU and hospital length of stay (LOS), and complications was assessed.

Results: A total of 114 trauma patients were included (age 40 years [IQR, 25–54], ISS 33 [IQR, 25–41]). Based on the Δ PMI determination, 29 patients were allocated in the *Low early TIS* group (range Δ PMI 0–6.4%), 56 in the *Moderate early TIS* group (range Δ PMI 6.5–18.2%), and 29 in the *Severe early TIS* group (range Δ PMI \geq 18.8%). Severity of early TIS was significantly associated with mechanical ventilation and catecholamines durations, ICU and hospital LOS ($P<0.001$). Delayed pneumonia ($P=0.006$) and other delayed infections ($P=0.014$), as well as thromboembolic events ($P=0.04$) were statistically associated with the severity of early TIS, whereas mortality did not differ between 3 groups ($P=0.20$). Using linear regression analysis, each Δ PMI increasing of 1% was significantly associated with 0.90 supplementary days of mechanical ventilation ($P<0.001$), 0.29 supplementary days of catecholamines ($P<0.001$) and 0.82 supplementary days of hospitalisation ($P<0.001$). All these statistical associations were confirmed in multivariate analysis ($P<0.001$).

Conclusion: Early TIS diagnosed on CT scan by psoas measurement was strongly associated with poor outcomes in severe trauma patients.

Keywords: Critically ill, Denutrition, Infections, Multiple organ failure, Muscle wasting, Psoas muscle index (PMI), Respiratory complications, Respiratory failure.

BACKGROUND

Sarcopenia is defined as both a loss of muscle mass and muscle strength (1,2). Muscle strength was strongly associated with poor outcomes in critically-ill patients during hospitalization (3–5). Several authors have therefore proposed to detect presence of sarcopenia using CT scan measures to identify populations at risk. An objective and easy measurement of muscle psoas surface is indeed performable by abdominal CT images focused on the third lumbar vertebral level. This simple CT criterion was thus well documented as a robust marker of physiologic

reserve and a good reflect of total body muscle content (6,7). Psoas muscle area on CT scan was moreover correlated in many studies with poor outcomes in multiple settings; oncologic or emergent surgery, and liver transplantation (8–12).

In trauma, few studies demonstrated in elderly patients that sarcopenia, documented on admission CT scan, was also strongly associated with early complications occurrence, hospital duration, dependant discharge and mortality (6,13–15). Severe trauma patients are however known to be young and healthy people, without any comorbid factor. Preexistent sarcopenia is not frequently found in this specific population. In contrast, many severe trauma patients were proved to experience a significant and early muscle wasting during the first days following traumatic aggression (16,17). Many causes may indeed explain this early trauma-induced sarcopenia (TIS); hyperinflammatory cascade and neuroendocrine stress response to tissue damage, total immobilization and inappropriate nutrition (1). However, no work has studied the relationship between early TIS and poor outcome. Moreover, all works which documented early TIS used unreliable, complex or invasive diagnostic tools, such as spectrometry, indirect calorimetry, or muscle biopsy (18–22). A large applicability of these methods in clinical practice does not seem thus possible. CT scan is in contrast largely used in early phase of severe trauma management. We have therefore hypothesized that the objective determination of early TIS on successive psoas CT scans allowed to predict delayed complications and poor outcome in severely-injured patients.

The aim of present study was to assess in a severe trauma population the performance of early TIS, determined by the decreasing of psoas muscle area on CT scan, to predict mechanical ventilation duration and worse outcome.

PATIENTS AND METHODS

Study Design and Patients

This retrospective cohort study was performed in the trauma intensive care unit (ICU) of Lapeyronie university Hospital (Regional Level-1 trauma center, Montpellier, France) from January 2010 to December 2015. Patients were included if they had both an ICU length of stay higher than 7 days and two consecutive abdominal CT imaging (the first one upon admission and the second between Day 5 and Day 15). Exclusion criteria were: 1) transfer from another hospital; 2) minor; 3) absence of admission or second abdominal CT scan; 4) consistent lack of clinical data. Patient consent was not considered as necessary by our local ethical committee.

Data Collection

Anthropometric data, clinical and biological admission parameters and initial management were obtained from medical records; age, sex, height, weight, body mass index (BMI), type of trauma, admission haemoglobin and prothrombin time ratio (PT_r), initial management and transfusion needs. For each patient, the Injury Severity score (ISS) and the Abbreviated Injury Scale (AIS)

score by body area (head, chest, abdomen, pelvis, and extremity) were determined (23,24). Severe anatomic injuries were defined by an AIS score ≥ 3 . Daily administered enteral and parenteral nutritional intakes were also collected during ICU stay. Duration of mechanical ventilation and catecholamines use, and renal replacement therapy need were especially documented. Delayed infections after Day 7 were also compiled (*i.e.* pneumonia, septicemia, urinary, surgical site, vascular catheter, *C. difficile* colitis, and invasive candidiasis), thromboembolic events, as well as hospital length of stay (LOS), and mortality.

CT imaging study

Admission and second CT scans were analysed for the present study by an independent radiologist blinded of patients outcomes. On abdominal single-slice focused on third lumbar vertebra (L3), cross-sectional area of right psoas muscle was studied using semiautomated procedure with manual outlining of muscle borders (Fig. 1) (25–27). The used density for this measure was comprised between a range of -29 to $+150$ Hounsfield unit. Psoas muscle index (PMI) was thus determined for each area measure in order to normalize values according to patient height(28,29):

$$\text{PMI (mm}^2/\text{m}^2) = \text{right psoas area}/\text{height}^2.$$

Subsequently, the rate of PMI decreasing between admission and second CT measure (ΔPMI) was calculated for each patient using the following equation:

$$\Delta\text{PMI} = (\text{admissionPMI} - \text{secondPMI}) / \text{admissionPMI}$$

ΔPMI was expressed in percentage and zero was attributed if the value was negative.

Definition of sarcopenia & Statistical analysis

Following study imaging, patients were *a posteriori* divided in 3 groups using quartiles of ΔPMI : *Low early TIS* group regrouped the 25% of population with the lowest ΔPMI , whereas *Severe early TIS* group the 25% of population with the highest ΔPMI , and *Moderate early TIS* group the remaining 50% of population. These 3 groups were compared in term of demographic and admission characteristics, as well as main outcomes (*i.e.* mechanical ventilation duration, ICU and hospital LOS, occurrence of delayed pneumonia and other delayed infections, thromboembolic events, renal replacement therapy need and mortality). Continuous data were exposed as median values with interquartile range (IQR) and were compared using the Kruskal-Wallis test. Categorical variables were expressed as numbers (percentages) and were compared using the χ^2 test.

To demonstrate the linearity of relationship between early TIS and outcome parameters, ΔPMI was also analysed as continuous variable. Linear regression models were thus built in order to highlight the strength of association between mechanical ventilation and catecholamines durations, as well as ICU and hospital LOS. These strengths of association were then adjusted by confounding factors using multiple linear regression analysis. All the following variables were included in the multivariable analysis: age, BMI, sex, ISS, severe anatomic injuries based on AIS

score, admission white blood cell (WBC) count, massive transfusion needs, invasive surgical interventions, cumulative 7 days global nutritional intakes, timing of second CT scan. Final regression models only conserved significant variables. A P value <0.05 was considered statistically significant. All analyses used XLSTAT 7.5.2 software.

RESULTS

Study population & Baseline characteristics

Among the 1906 trauma patients admitted consecutively to our trauma intensive care unit during the 6-year period, 1792 patients were excluded from the analysis: 347 (19%) because of an admission from other institution, 536 (30%) because of an ISS lower than 16, 758 (42%) because a length of stay lower than 7 days (discharge from ICU or early death); 142 (8%) because of absence of adequate second CT scan, and 9 (1%) because of missing data (nutritional data or unreadable scan). A total of 114 patients were analysed in the present study. Main mechanisms of injury were vehicle collisions, falls, and bicycle-motorcycle crashes. The median age of the cohort was 40 years (IQR, 25–54 years), the median ISS was 33 (IQR, 25–41), 34% presented a severe brain injury, and 26% initially required a massive transfusion. In the studied population, 18% of patients had a BMI <18 , and 20% had a BMI >25 . Their main characteristics are summarized in Table 1.

Details of daily enteral and global nutritional intakes during the first days of management are summarized in Fig. 2A. Median calories intakes was 0 kcal/kg (IQR, 0–6.3 kcal/kg) at day 2, and 19.4 kcal/kg (IQR, 12.0–23.9 kcal/kg) at day 7. Median cumulative calories intakes on the first week was 10.0 kcal/kg/day (IQR, 6.5–16.0 kcal/kg/day). Median mechanical ventilation duration was 11.0 days (IQR, 4.7–20.2 days), whereas median ICU and hospital LOS was 18.1 days (IQR, 12.0–30.8 days) and 29.4 days (IQR, 19.0–44.9 days). Among main delayed complications, 38% of patients experienced a delayed pneumonia, 29% an other delayed infection, 32% a thromboembolic event, and 11% required renal replacement therapy. The mortality rate on discharge was 10%.

Study imaging & Sarcopenia determination

The median admission PMI was 329 mm²/m² (IQR, 257–403 mm²/m²). The median day of the second CT scan was 8 days (IQR, 6–10 days). The median difference between admission PMI and second PMI was 39 mm²/m² (IQR, 19–63 mm²/m²). Corresponding median Δ PMI was 12% (IQR, 6–19%) (Table 2).

Based on Δ PMI values, 29 patients were allocated in the *Low early TIS* group (range Δ PMI 0–6.4%), 56 patients in the *Moderate early TIS* group (range Δ PMI 6.5–18.2%), and 29 patients in the *Severe early TIS* group (range Δ PMI $\geq 18.8\%$). These 3 groups mainly differed in term of SAPS II score ($P=0.01$), prevalence of severe pelvic injuries ($P=0.04$), admission haemoglobin level ($P=0.04$) and massive transfusion needs ($P=0.055$; Table 1). In contrast, BMI as well as gender, age, ISS, or other severe injuries did not significantly differ between the groups. Median

cumulative calories intakes on the first week were found significantly higher in the *Severe early TIS* group; $P=0.022$ (Fig. 2).

Early trauma-induced Sarcopenia & Outcome

The more severe early TIS was, the longer mechanical ventilation was ($P<0.001$), the longer catecholamines requirements were ($P<0.001$), and the longer ICU and hospital LOS were ($P<0.001$). Similarly, the severity of early TIS was significantly associated with delayed pneumonia ($P=0.006$), other delayed infections ($P=0.014$) and thromboembolic events ($P=0.041$) (Fig. 3). Conversely, renal replacement therapy need ($P=0.056$) and mortality ($P=0.20$) did not significantly differ between low, moderate and severe early TIS (Table 3).

Linear univariate models showed that Δ PMI was significantly associated with mechanical ventilation duration, catecholamines duration, ICU LOS and hospital LOS (Fig.4). Each decreasing of 1% for Δ PMI was associated with an increasing of 0.90 day (CI95% 0.7–1.1 day; $P<0.001$) of mechanical ventilation, 0.29 day (CI95% 0.2–0.4 day; $P<0.001$) of catecholamines, 1.02 day (CI95% 0.8–1.2 day; $P<0.001$) of ICU LOS and 0.82 day (CI95% 0.5–1.1 day; $P<0.001$) of hospital LOS. After adjustment by confounding variables, the corresponding values was 0.78 day (CI95% 0.61–0.95 day), 0.23 day (CI95% 0.13–0.33 day), 0.91 day (CI95% 0.66–1.15 day) and 0.63 day (CI95% 0.31–0.96 day), respectively; $P<0.001$ (Table 4).

DISCUSSION

In this retrospective serie of 114 severe trauma patients hospitalized into our trauma ICU during more than 7 days, we found that early TIS was significantly associated with poor outcome. Using the classification low (range Δ PMI 0–6.4%), moderate (range Δ PMI 6.5–18.2%) and severe early TIS (range Δ PMI \geq 18.8%), the severity of early TIS was significantly associated with the occurrence of delayed pneumonia (24% versus 32% versus 62%; $P=0.006$), other delayed infections (10% versus 30% versus 45%; $P=0.014$) and thromboembolic events (17% versus 32% versus 48%; $P=0.041$), despite similar ISS and trauma severity. Similarly, mechanical ventilation duration (4.7 days versus 10.6 days versus 28.0 days; $P<0.001$), catecholamines use ($P<0.001$) and hospital LOS ($P<0.001$) were significantly longer when Δ PMI was higher. These strong statistical relationships were also confirmed by the linear regression analysis and after adjustment by the confounding factors ($P<0.001$).

Many studies previously showed in oncologic or surgical populations that a low muscle mass documented at admission was predictive of poor prognosis (11,30,31). A slow and progressive loss of muscle mass during cancer progression was thus proved to be a significant determinant of complications and higher mortality (32–34). Miyake et al. (35) showed a reduced survival and a longer duration of hospitalization after oncologic radical cystectomy when the Δ PMI over 2 months was higher than 10%. In contrast to chronic affections, trauma patients experience an acute and fast muscle wasting following traumatic aggression. Most causes are comparable between chronic sarcopenia and early TIS, however the brutality and the intensity of risk factors

in early phase of trauma explain the rapidity of muscle wasting. Usual causes of sarcopenia induced by trauma are inflammatory cascade, impaired microcirculation and denervation, endocrine and metabolic alterations, stress hormones production, impaired nutrients absorption and increased losses. The kind of provided cares may also aggravate muscle wasting, such as neuromuscular blocking agents, sedative drugs, prescribed bedrest and inappropriate calories intakes. All these arguments highlight the importance to better understand physiopathological mechanisms of early TIS.

Although sarcopenia was largely validated as a frailty index and a severity marker, no detection method seems to date to be reliable and usable in clinical practice. BMI or serum albumin showed indeed many limitations to assess nutritional status (37–39). Muscle strength scores are only usable in aware and cooperant patients. Absorptiometry tools require a patient transfer and are challenging to perform in unstable or ventilated patient. Bioelectrical impedance would seem attractive because it is an inexpensive and rapid measure, nevertheless this exam largely known to depend from hydration status (40). Furthermore, indirect calorimetry only measures energy expenditure and not muscle mass. Therefore, most of current methods are inappropriate in critically-ill or unstable patients to diagnose robustly early TIS. Beside, ultrasonographic muscle study was also proposed to objective muscle wasting, however its reproducibility remains controversial (41). For all these reasons, CT scan has progressively become a gold-standard in detection of sarcopenia. Some authors have indeed proved that muscle size measured by CT scan at the third vertebral level was strongly correlated with total body muscle mass (7,42). Many studies also demonstrated a strong correlation with poor outcomes in multiple clinical situations; oncologic or emergent abdominal surgery, liver transplantation, and trauma (9,29,31,43,44). In these studies, CT scan measures were focused either on overall lumbar muscles, or only psoas muscle. Psoas muscle area measurement, determined by PMI, was proved to be the best correlated with total body muscle mass (35). Since PMI determination is reliable, easier and speedier than complete muscle analysis, we focused our CT imaging study on its evolution.

Present study has thus studied the decreasing of PMI on CT scan in the first days following a severe trauma and initial resuscitation phase (Δ PMI). Due to inclusion criteria, our series specifically focused the most severely-injured patients admitted in our trauma center during study period, early death excluded. This probably explains the high incidence of complications. Regarding admission PMI (Table 2), our findings confirm that the majority of severe trauma population does not suffer from preexistent sarcopenia, in contrast with elderly, oncologic or surgical populations (8,14,31). This clearly demonstrates that main phenomena leading to early TIS occurs in the first days following trauma, revealing the pertinence of Δ PMI assessment during this phase. As first finding, we observed that the majority of our cohort experienced a PMI decreasing on the second scan (median day on Day 8). Median Δ PMI was 12% over few days in our population that highlights the magnitude of early muscle wasting. The timing of the second CT scan probably influences second PMI value and therefore Δ PMI. *Severe early TIS* group experienced delayed second CT scans ($P=0.14$; Table 2), however this parameter was not observed as significant in multivariable analysis (Table 4). Anyway, these observations are

concordant with trauma literature (16,17). As expected, the Δ PMI value was not found in our series associated with BMI, age or gender. In contrast, it was surprising not to observe difference between 3 groups of TIS severity in terms of global severity of trauma and main injuries (Table 1). These results emphasize that early TIS is not reliably predictable by age, comorbidities, usual admission parameters, initial injury or trauma severity. Physiological reserve, difficult to apprehend, may be supposed as an important determinant promoting early TIS. Another major finding of our study is that severity of early TIS predicts prolonged mechanical ventilation and ICU LOS, occurrence of delayed infections and thromboembolic events. Linear regression analysis also proved that the association between early TIS and impaired outcome parameters was a gradual phenomenon. The more Δ PMI was high, the mechanical ventilation, catecholamine use and hospitalization were found prolonged (Fig. 3 and Table 3). These significant associations were confirmed in multivariable regression models, after considering the main confounding factors such as age, BMI, sex, ISS, severe anatomic injuries based on AIS score, massive transfusion needs, cumulative 7 days nutritional intakes, and the timing of the second CT scan (Table 4). A trend on the mortality was also observed ($P=0.20$; Figure 3), however our series probably lacks of statistical power to highlight a significant relationship between Δ PMI and mortality. In addition, the loss of muscle mass and strength might have less impact on mortality in healthy population than older one or affected by chronic diseases (29). Anyway, present study is the first to our knowledge that demonstrates a significant association between early acquired sarcopenia and delayed complications, as well as poor outcomes on a large and healthy population affected by a severe trauma.

To summarize, our study has proved the strong statistical association between early TIS assessed on psoas CT scan and outcomes. Obviously, our findings cannot affirm whether early TIS is a severity marker or the cause of poor outcome. Some experts have nevertheless evoked that skeletal muscle could play an active role in systemic inflammatory triggering, immune response and tissues repair. Skeletal muscle would be indeed able to adapt after stress, producing heat shock protein, which are protective enzymes against further damage (46). The heat shock protein serum level was moreover found to be associated with a higher survival in a series of trauma patients (47). Thus, a rapid loss of muscle mass in severely-injured patients could lead to a reduction of protective protein production, favouring impaired prognosis. This hypothesis must however be confirmed with other works. Present analysis supports anyway that determination of early TIS using Δ PMI as diagnostic tool is easy, objective and reliable. Low physiological reserve and frailty status might then be detected by a high Δ PMI value. As a consequence, we strongly believe that early TIS has to be systematically research in severe trauma patients when a control CT scan is performed, in order to identify risked patients and to try optimizing management (calories intakes, physical and occupational therapies) (48–51). A prospective trial will be however necessary to confirm our suppositions and the efficiency of a such strategy.

Our study had several limitations that must be considered. First, data obtained from a single institution and may not be reflected external validity. The retrospective design might also introduce potential selection bias. Second, PMI measures were performed by one only

radiologist, and using a manual outlining of psoas muscle area. Previous studies however proved a strong correlation between intra-analyst and inter-analyst observers (12,39). Moreover, software measurements did not show any difference with manual contouring (52). Third, it is possible that pre-hospital fluid resuscitation might have increased admission PMI by diffusion phenomena and oedema accumulation. Fourthly, calories intakes were observed surprisingly low in our cohort (median cumulative calories intakes 10.0 kcal/kg/day in the first week) despite established nutrition protocol. Trauma patients are indeed difficult to feed mainly due to sequenced surgical procedures, repeated CT imaging, but also severe abdominal trauma, reducing the use of enteral nutrition. High calories intakes are however not a therapeutic goal in the first days of critical care. In contrast, calories intakes on Day 7 were closed to the recommendations in our cohort, which is comparable to other series. Moreover, oral calories were not considered in our data collection. Fifthly, early infections were not documented in our analysis. The objective of present studies was indeed to demonstrate the ability of early sarcopenia to predict outcome and adverse consequences. Finally, only psoas area and not psoas density were studied in present cohort. Few studies have recently proved that muscle quality, more than muscle mass, could be also associated with negative outcomes (13,30,45).

CONCLUSION

Early TIS was significantly associated in present study with mechanical ventilation duration, ICU and hospital LOS, delayed infections and thromboembolic events in severe trauma patients. Detection of early TIS by the decreasing of psoas muscle area should be systematically research when a control abdominal CT scan is performed to identify most at-risk patients of secondary complications.

REFERENCES

1. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics”. *Clin Nutr.* 1 avr 2010;29(2):154-9.
2. Fearon K, Strasser F, Anker SD, Bosaeus I, Bruera E, Fainsinger RL, et al. Definition and classification of cancer cachexia: an international consensus. *Lancet Oncol.* mai 2011;12(5):489-95.
3. Hermans G, Van Mechelen H, Clerckx B, Vanhullebusch T, Mesotten D, Wilmer A, et al. Acute outcomes and 1-year mortality of intensive care unit-acquired weakness. A cohort study and propensity-matched analysis. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 août 2014;190(4):410-20.
4. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand M-C, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness*: *Crit Care Med.* sept 2007;35(9):2007-15.
5. Joseph B, Pandit V, Zangbar B, Kulvatunyou N, Hashmi A, Green DJ, et al. Superiority of frailty over age in predicting outcomes among geriatric trauma patients: a prospective analysis. *JAMA Surg.* août 2014;149(8):766-72.
6. Fairchild B, Webb TP, Xiang Q, Tarima S, Brasel KJ. Sarcopenia and Frailty in Elderly Trauma Patients. *World J Surg.* 1 févr 2015;39(2):373-9.
7. Shen W, Punyanitya M, Wang Z, Gallagher D, St-Onge M-P, Albu J, et al. Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: estimation from a single abdominal cross-sectional image. *J Appl Physiol.* 1 déc 2004;97(6):2333-8.
8. Peng P, Hyder O, Firoozmand A, Kneuert P, Schulick RD, Huang D, et al. Impact of sarcopenia on outcomes following resection of pancreatic adenocarcinoma. *J Gastrointest Surg Off J Soc Surg Aliment Tract.* août 2012;16(8):1478-86.
9. Izumi T, Watanabe J, Tohyama T, Takada Y. Impact of psoas muscle index on short-term outcome after living donor liver transplantation. *Turk J Gastroenterol Off J Turk Soc Gastroenterol.* juill 2016;27(4):382-8.
10. Englesbe MJ, Patel SP, He K, Lynch RJ, Schaubel DE, Harbaugh C, et al. Sarcopenia and Mortality after Liver Transplantation. *J Am Coll Surg.* 1 août 2010;211(2):271-8.
11. Sabel MS, Lee J, Cai S, Englesbe MJ, Holcombe S, Wang S. Sarcopenia as a prognostic factor among patients with stage III melanoma. *Ann Surg Oncol.* déc 2011;18(13):3579-85.
12. Jones KI, Doleman B, Scott S, Lund JN, Williams JP. Simple psoas cross-sectional area measurement is a quick and easy method to assess sarcopenia and predicts major surgical complications. *Colorectal Dis Off J Assoc Coloproctology G B Irel.* janv 2015;17(1):O20-26.
13. Yoo T, Lo WD, Evans DC. Computed tomography measured psoas density predicts outcomes in trauma. *Surgery.* 1 août 2017;162(2):377-84.

14. Leeper C, Lin E, Hoffman M, Fombona A, Zhou T, Kutcher M, et al. CT ABBREVIATED ASSESSMENT OF SARCOPENIA FOLLOWING TRAUMA: THE CAAST MEASUREMENT PREDICTS 6-MONTH MORTALITY IN OLDER ADULT TRAUMA PATIENTS. *J Trauma Acute Care Surg.* mai 2016;80(5):805-11.
15. Wallace JD, Calvo RY, Lewis PR, Brill JB, Shackford SR, Sise MJ, et al. Sarcopenia as a predictor of mortality in elderly blunt trauma patients: Comparing the masseter to the psoas using computed tomography. *J Trauma Acute Care Surg.* 1 janv 2017;82(1):65-72.
16. Puthuchery ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA.* 16 oct 2013;310(15):1591-600.
17. Annetta MG, Pittiruti M, Silvestri D, Grieco DL, Maccaglia A, La Torre MF, et al. Ultrasound assessment of rectus femoris and anterior tibialis muscles in young trauma patients. *Ann Intensive Care* [Internet]. 6 oct 2017 [cité 8 déc 2017];7. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5630542/>
18. Finn PJ, Plank LD, Clark MA, Connolly AB, Hill GL. Assessment of involuntary muscle function in patients after critical injury or severe sepsis. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* oct 1996;20(5):332-7.
19. Shizgal HM, Roza A, Leduc B, Drouin G, Villemure JG, Yaffe C. Body composition in quadriplegic patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* août 1986;10(4):364-8.
20. Mansoor O, Beaufreere B, Boirie Y, Ralliere C, Taillandier D, Aurousseau E, et al. Increased mRNA levels for components of the lysosomal, Ca²⁺-activated, and ATP-ubiquitin-dependent proteolytic pathways in skeletal muscle from head trauma patients. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2 avr 1996;93(7):2714-8.
21. Shizgal HM. Nutritional assessment with body composition measurements. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* oct 1987;11(5 Suppl):42S-47S.
22. Mattox TW, Brown RO, Boucher BA, Buonpane EA, Fabian TC, Luther RW. Use of fibronectin and somatomedin-C as markers of enteral nutrition support in traumatized patients using a modified amino acid formula. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* déc 1988;12(6):592-6.
23. Greenspan L, McLellan BA, Greig H. Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: a scoring chart. *J Trauma.* janv 1985;25(1):60-4.
24. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma.* avr 1987;27(4):370-8.
25. Smith AB, Deal AM, Yu H, Boyd B, Matthews J, Wallen EM, et al. Sarcopenia as a predictor of complications and survival following radical cystectomy. *J Urol.* juin 2014;191(6):1714-20.
26. Amini N, Spolverato G, Gupta R, Margonis GA, Kim Y, Wagner D, et al. Impact Total Psoas Volume on Short- and Long-Term Outcomes in Patients Undergoing Curative Resection for Pancreatic Adenocarcinoma: a New Tool to Assess Sarcopenia. *J Gastrointest Surg Off J Soc Surg Aliment Tract.* sept 2015;19(9):1593-602.
27. Un nouvel indicateur pronostique en réanimation : la masse musculaire mesurée par l'aire du psoas sur scanner abdominal passant par la troisième vertèbre lombaire - ScienceDirect [Internet]. [cité 11 févr 2018]. Disponible sur: <https://www.sciencedirect-com.www.ezp.biu-montpellier.fr/science/article/pii/S0985056217301218>
28. Peng PD, van Vledder MG, Tsai S, de Jong MC, Makary M, Ng J, et al. Sarcopenia negatively impacts short-term outcomes in patients undergoing hepatic resection for colorectal liver metastasis. *HPB.* juill 2011;13(7):439-46.

29. DeAndrade J, Pedersen M, Garcia L, Nau P. Sarcopenia is a risk factor for complications and an independent predictor of hospital length of stay in trauma patients. *J Surg Res.* janv 2018;221:161-6.
30. JOGLEKAR S, ASGHAR A, MOTT SL, JOHNSON BE, BUTTON AM, CLARK E, et al. Sarcopenia Is an Independent Predictor of Complications Following Pancreatectomy for Adenocarcinoma. *J Surg Oncol.* mai 2015;111(6):771-5.
31. Rangel EL, Rios-diaz AJ, Uyeda JW, Castillo-angeles M, Cooper Z, Olufajo OA, et al. Sarcopenia increases risk of long-term mortality in elderly patients undergoing emergency abdominal surgery. *J Trauma Acute Care Surg.* 1 déc 2017;83(6):1179-86.
32. Liu J, Motoyama S, Sato Y, Wakita A, Kawakita Y, Saito H, et al. Decreased Skeletal Muscle Mass After Neoadjuvant Therapy Correlates with Poor Prognosis in Patients with Esophageal Cancer. *Anticancer Res.* 2016;36(12):6677-85.
33. Prado CM, Sawyer MB, Ghosh S, Lieffers JR, Esfandiari N, Antoun S, et al. Central tenet of cancer cachexia therapy: do patients with advanced cancer have exploitable anabolic potential? *Am J Clin Nutr.* oct 2013;98(4):1012-9.
34. Miyamoto Y, Baba Y, Sakamoto Y, Ohuchi M, Tokunaga R, Kurashige J, et al. Negative Impact of Skeletal Muscle Loss after Systemic Chemotherapy in Patients with Unresectable Colorectal Cancer. *PLoS ONE* [Internet]. 12 juin 2015 [cité 8 déc 2017];10(6). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4466562/>
35. Miyake M, Morizawa Y, Hori S, Marugami N, Shimada K, Gotoh D, et al. Clinical impact of postoperative loss in psoas major muscle and nutrition index after radical cystectomy for patients with urothelial carcinoma of the bladder. *BMC Cancer* [Internet]. 31 mars 2017 [cité 8 déc 2017];17. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5374611/>
36. Huguet A, Bardou-Jacquet E, Houssel-Debry P, Latournerie M, Jezequel C, Legros L, et al. La perte de masse musculaire mesurée par le diamètre du psoas est un facteur prédictif de mortalité des patients ayant une cirrhose inscrite sur liste de transplantation hépatique. *Nutr Clin Métabolisme.* 1 sept 2017;31(3):234.
37. Martin L, Birdsell L, MacDonald N, Reiman T, Clandinin MT, McCargar LJ, et al. Cancer Cachexia in the Age of Obesity: Skeletal Muscle Depletion Is a Powerful Prognostic Factor, Independent of Body Mass Index. *J Clin Oncol.* 20 avr 2013;31(12):1539-47.
38. Kuzuya M, Izawa S, Enoki H, Okada K, Iguchi A. Is serum albumin a good marker for malnutrition in the physically impaired elderly? *Clin Nutr Edinb Scotl.* févr 2007;26(1):84-90.
39. Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, Premji T, Heyland DK, Wade CE, et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Crit Care Lond Engl.* 19 sept 2013;17(5):R206.
40. Thibault R, Makhlof A-M, Mulliez A, Cristina Gonzalez M, Kekstas G, Kozjek NR, et al. Fat-free mass at admission predicts 28-day mortality in intensive care unit patients: the international prospective observational study Phase Angle Project. *Intensive Care Med.* sept 2016;42(9):1445-53.
41. Segers J, Hermans G, Charususin N, Fizez T, Vanhorebeek I, Berghe GV den, et al. Assessment of quadriceps muscle mass with ultrasound in critically ill patients: intra- and inter-observer agreement and sensitivity. *Intensive Care Med.* 1 mars 2015;41(3):562-3.

42. Mourtzakis M, Prado CMM, Lieffers JR, Reiman T, McCargar LJ, Baracos VE. A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care. *Appl Physiol Nutr Metab.* oct 2008;33(5):997-1006.
43. Yip C, Goh V, Davies A, Gossage J, Mitchell-Hay R, Hynes O, et al. Assessment of sarcopenia and changes in body composition after neoadjuvant chemotherapy and associations with clinical outcomes in oesophageal cancer. *Eur Radiol.* mai 2014;24(5):998-1005.
44. Lieffers JR, Bathe OF, Fassbender K, Winget M, Baracos VE. Sarcopenia is associated with postoperative infection and delayed recovery from colorectal cancer resection surgery. *Br J Cancer.* 4 sept 2012;107(6):931-6.
45. Okumura S, Kaido T, Hamaguchi Y, Fujimoto Y, Masui T, Mizumoto M, et al. Impact of preoperative quality as well as quantity of skeletal muscle on survival after resection of pancreatic cancer. *Surgery.* juin 2015;157(6):1088-98.
46. Lightfoot A, Mcardle A, Griffiths RD. Muscle in defense. *Crit Care Med [Internet].* 1 oct 2009 [cité 5 déc 2017];37(10). Disponible sur: <https://insights-ovid-com.www.ezp.biu-montpellier.fr/pubmed?pmid=20046124>
47. Pittet J-F, Lee H, Morabito D, Howard MB, Welch WJ, Mackersie RC. Serum levels of Hsp 72 measured early after trauma correlate with survival. *J Trauma.* avr 2002;52(4):611-617; discussion 617.
48. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl.* 30 mai 2009;373(9678):1874-82.
49. Alberda C, Gramlich L, Jones N, Jeejeebhoy K, Day AG, Dhaliwal R, et al. The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study. *Intensive Care Med.* 1 oct 2009;35(10):1728-37.
50. Fragala MS, Dam T-TL, Barber V, Judge JO, Studenski SA, Cawthon PM, et al. Strength and Function Response to Clinical Interventions of Older Women Categorized by Weakness and Low Lean Mass Using Classifications From the Foundation for the National Institute of Health Sarcopenia Project. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* févr 2015;70(2):202-9.
51. Jeejeebhoy KN. Malnutrition, fatigue, frailty, vulnerability, sarcopenia and cachexia: overlap of clinical features. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* mai 2012;15(3):213-9.
52. Hudash G, Albright JP, McAuley E, Martin RK, Fulton M. Cross-sectional thigh components: computerized tomographic assessment. *Med Sci Sports Exerc.* août 1985;17(4):417-21.

APPENDICES



Fig. 1. Cross-sectional psoas muscle on computed tomographic image at 3rd lumbar level.

Admission CT scan of 43 years trauma patient : right psoas muscle area was manually outlined. Psoas muscle area was 896mm^2 , corresponding PMI was $329\text{mm}^2/\text{m}^2$.

Table 1. Baseline characteristics at admission according to severity of early TIS.

	All patients (N=114)	Low early TIS (n=29)	Moderate early TIS (n=56)	Severe early TIS (n=29)	P value
Anthropometric characteristics					
Age (years)	40 (25–54)	33 (23–51)	40 (25–54)	44 (28–65)	0.12¶
Men	94 (82)	24 (83)	45 (80)	25 (86)	0.80¥
Women	20 (18)	5 (17)	11 (20)	4 (14)	
Weight (kg)	80 (68–89)	79 (66.5–95)	78.5 (67–84)	80 (72–91)	0.25¶
Height (cm)	177 (170–180)	177 (169–180)	175 (169–180)	178 (172–184)	0.31¶
BMI (kg/m ²)	22 (20–24)	22.2 (19.5–25.3)	21.5 (19.4–23.7)	22.2 (20.3–25.1)	0.32¶
BMI<18	11 (18)	4 (14)	5 (9)	2 (7)	0.30¥
BMI 18–20	19 (17)	5 (17)	12 (21)	2 (7)	
BMI 20–25	58 (51)	11 (38)	30 (54)	17 (59)	
BMI 25–30	23 (20)	7 (24)	9 (16)	7 (24)	
BMI>30	3 (3)	2 (7)	0 (0)	1 (3)	
Mechanism of injury (%)					
Motor vehicle crashes	67 (59)	17 (59)	31 (55)	19 (66)	0.64¥
Pedestrians	5 (4)	2 (7)	3 (5)	0 (0)	
Bicycles/Motocycles	17 (15)	5 (17)	7 (13)	5 (17)	
Falls	18 (16)	2 (7)	11 (20)	5 (17)	
Assaults/Crushings	7 (6)	3 (10)	4 (7)	0 (0)	
Severe injuries (%)					
Head AIS ≥3	39 (34)	9 (31)	17 (30)	13 (45)	0.38¥
Face AIS ≥3	9 (8)	3 (10)	5 (9)	1 (3)	0.67¥
Chest AIS ≥3	75 (66)	18 (32)	37 (66)	20 (69)	0.86¥
Abdominal AIS ≥3	69 (61)	19 (66)	33 (59)	17 (59)	0.82¥
Pelvic AIS ≥3	32 (28)	3 (10)	18 (32)	11 (38)	0.04¥
Orthopaedic AIS ≥3	48 (42)	8 (28)	25 (45)	15 (52)	0.15¥
Admission severity criteria					
ISS	33 (25–41)	32 (25–38.5)	32.5 (22–41)	34 (29–43)	0.14¶
SAPS II	34 (24–45)	26 (19.5–38.5)	34 (24–45)	42 (34–50.5)	0.01¶
Massive transfusion need	30 (26)	4 (14)	14 (25)	12 (41)	0.055¥
PTr (%)	1.16 (1.08–1.30)	1.14 (1.11–1.18)	1.17 (1.04–1.36)	1.25 (1.13–1.41)	0.12¶
Hemoglobin (g/dl)	11.5 (9.5–13.2)	13 (9.8–13.4)	11.2 (9.6–13)	10.3 (9.2–11.9)	0.04¶

Data are expressed as median (interquartile range) or as the number of patients (percentage) as appropriate.

¶ : Kruskal–Wallis test

¥ : χ^2 test

AIS = Abbreviated Injury Scale; ISS = Injury Severity Score ; SAPS II = simplified acute physiology score ; PTr : prothrombin time ratio ; TIS=trauma induced sarcopenia

Table 2. Sarcopenia measurements.

	All patients (N=114)	Low early TIS (n=29)	Moderate early TIS (n=56)	Severe early TIS (n=29)	P value
Admission PMI (mm²/m²)					
Overall	329 (257–403)	330 (249–453)	329 (273–382)	320 (244–432)	0.95¶
Second Scan PMI (mm²/m²)					
Overall	294(234–362)	312(244–399)	300 (240–354)	288(202–353)	0.41¶
ΔPMI					
Min–max, ratio		0–6.4	6.5–18.2	18.8–54.6	
Min–max, area		0–43	12–88	44–276	
ΔPMI, area (mm²/m²)					
Overall	39 (19–63)	14 (0–19)	39 (27–54)	81(64–112)	
ΔPMI, ratio (%)					
Overall	12 (6–19)	4 (0–6)	12 (9–15)	22 (20–28)	
Days between 1st and 2 nd scan	8 (6–10)	7 (6–10)	8 (6–10)	9 (8–11)	0.14¶

Data are expressed as median (interquartile range).

¶ : Kruskal–Wallis test

‡ : χ^2 test

PMI = Psoas Muscle index ; ΔPMI = loss of PMI between first and second scan, expressed as area (mm²/m²) or as a ratio (%), TIS=trauma induced sarcopenia.

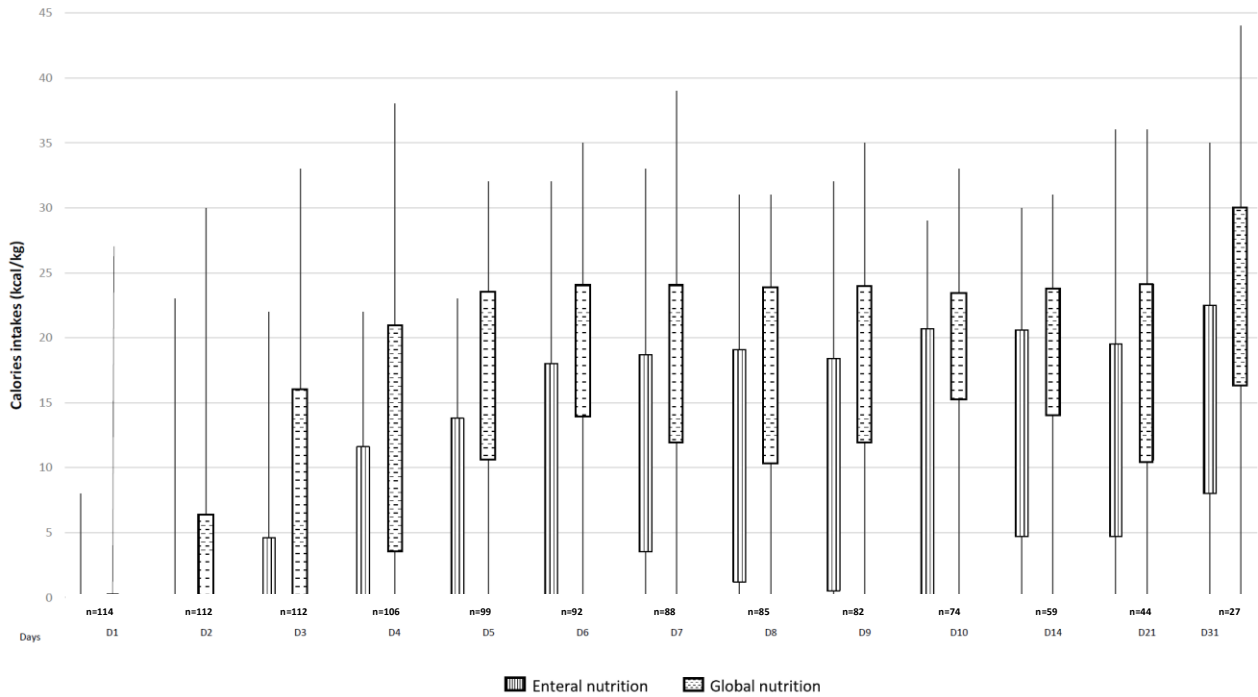
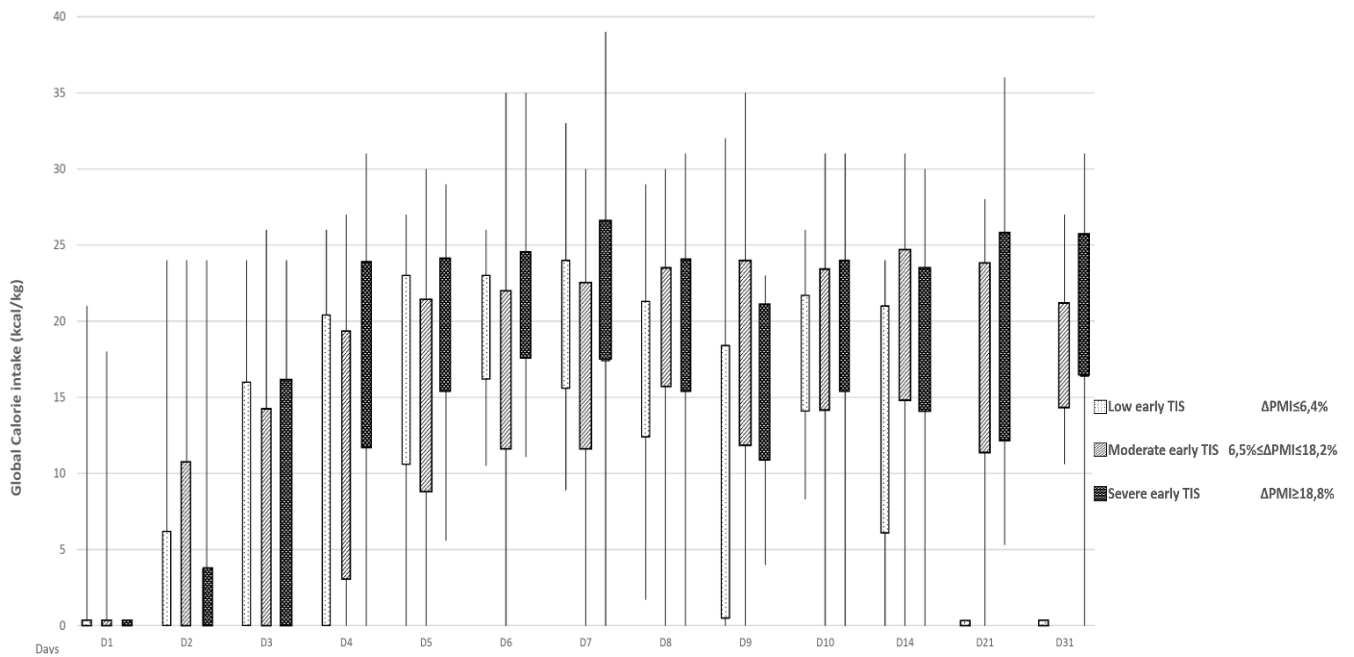
a**b**

Figure 2. Description of daily nutritional intakes in the 10 first days, 14th day, 21st day and 31st day

a, Description of daily nutritional intakes in the 10 first days, 14th day, 21st day and 31st day, normalized for weight (kcal/kg). Patients were excluded as and when they get out of ICU or they had oral nutrition. Global nutrition = enteral+parenteral nutrition.

b, Global daily nutritional intakes in the 10 first days, 14th day, 21st day and 31st day, normalized for weight (kcal/kg), according to the early TIS group. Median cumulative calories intakes on the first week were found significantly higher in the Severe early TIS group : 9.0 kcal/kg/day (IQR, 4.6–14.1 kcal/kg/day) for the group low early TIS, 9.1 kcal/kg/day (IQR, 5.2–13.6 kcal/kg/day) for the moderate early TIS group, and 12.0 kcal/kg/day (IQR, 9.7–15.5 kcal/kg/day) for the severe early TIS group ($P=0.022$).

Table 3. Outcomes according to degree of early TIS.

	All patients (N=114)	Low early TIS (n=29)	Moderate early TIS (n=56)	Severe early TIS (n=29)	P value
Ventilation days	11 (4.7–20.2)	4.7 (1.5–10.1)	10.6 (4.7–17.7)	28 (14.7–36)	<0.001¶
Catecholamines days	2.9 (0.5–8.0)	1.5 (0–2.8)	2.7 (0.4–7.1)	8.2 (3–13.5)	<0.001¶
RRT requirements	13 (11)	1 (3)	5 (9)	7 (24)	0.056¥
Delayed pneumonia (patient)	43 (38)	7 (24)	18 (32)	18 (62)	0.006¥
Delayed pneumonia (event)*	49 (43)	7 (24)	19 (34)	23 (79)	<0.001¥
Delayed other infections (patient)	33 (29)	3 (10)	17 (30)	13 (45)	0.014¥
Delayed other infections (event)*	44 (29)	4 (14)	18 (32)	22 (76)	<0.001¥
Urinary	5 (4)	1 (3)	3 (5)	1 (3)	
Surgical site	10 (9)	1 (3)	3 (5)	6 (21)	
Vascular catheter	7 (6)	1 (3)	2 (4)	4 (14)	
C. difficile colitis	4 (3.5)	0 (0)	2 (4)	2 (7)	
Invasive candidiasis	4 (3.5)	0 (0)	2 (4)	2 (7)	
Septicemia	12 (10.5)	1 (3)	6 (11)	5 (17)	
Thromboembolic events	37 (32.5)	5 (17)	18 (32)	14 (48)	0.041¥
ICU LOS (days)	18.1 (12–30.8)	13 (8.9–17.5)	18.1 (12.3–24.4)	38(24–50.4)	<0.001¶
Hospital LOS (days)	29.4 (19–44.9)	19.4 (15–29.2)	29.1 (20.4–38.8)	48 (31–61.2)	<0.001¶
Mortality	11 (10%)	1 (3)	5 (9)	5 (17)	0.20¥

Data are expressed as median (interquartile range) or as number of patients (percentage) or events as appropriate.

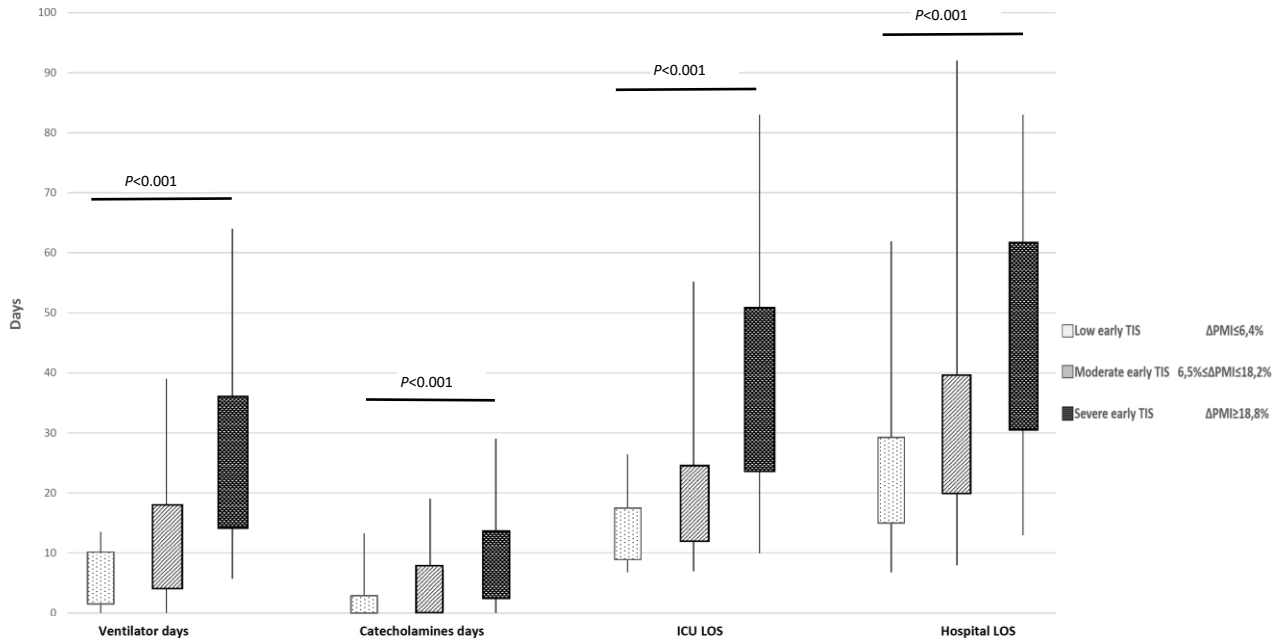
*total number of events in studied population (multiple infections by patient)

¶ : Kruskal–Wallis test

¥ : χ^2 test

RRT = renal replacement therapy; ICU = intensive care unit; C. difficile = Clostridium difficile

a



b

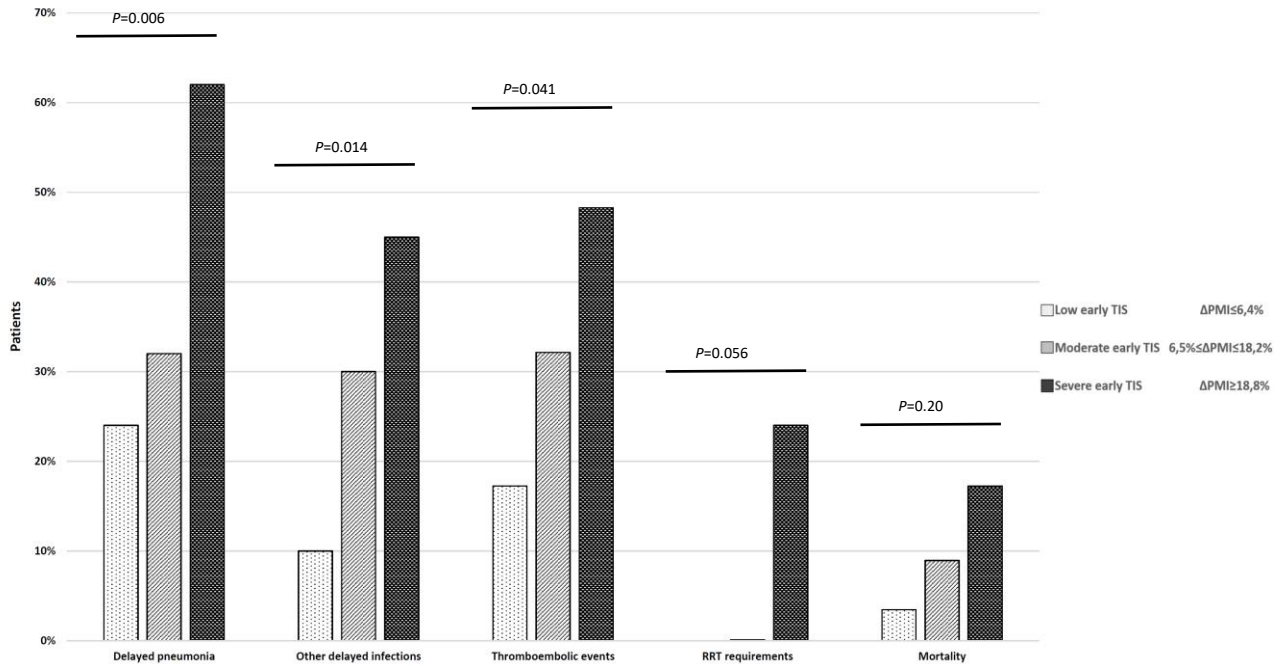


Figure 3. Outcomes according to the degree of sarcopenia.

a, Degree of sarcopenia is significantly correlated with mechanical ventilation, catecholamines duration, intensive care unit (ICU) and hospital length of stay (LOS) ($P < 0.001$).

b, Degree of sarcopenia is significantly correlated with delayed pneumonia, other delayed infections and thromboembolic events.

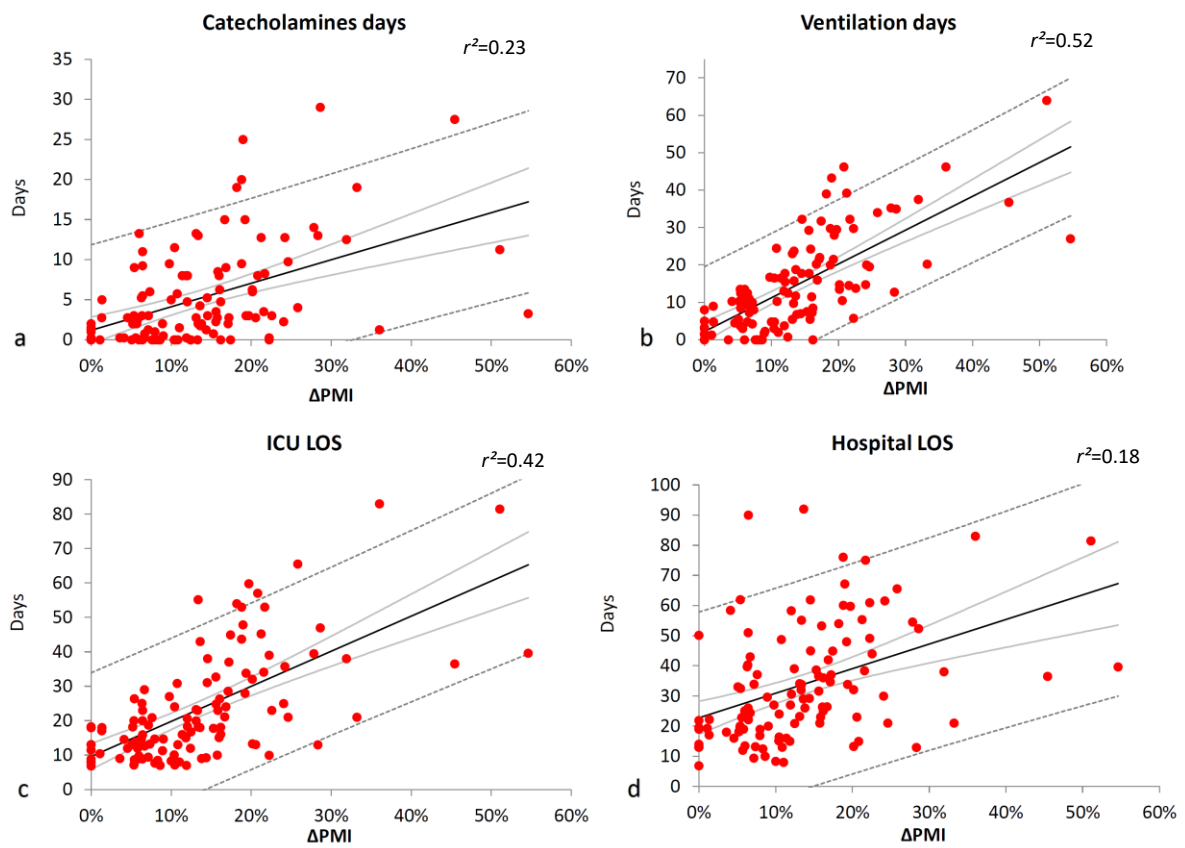


Figure 4. Predictive univariate model analysis of Δ PMI and outcomes.

(a) catecholamines days : β univariate=0.29 ; CI (0.19–0.39) ; $P<0.001$

(b) ventilation days : β univariate =0.90 ; CI (0.74–1.07) ; $P<0.001$

(c) ICU LOS : β univariate =1.02 ; CI (0.79–1.25) ; $P<0.001$

(d) hospital LOS : β univariate =0.82 ; CI (0.49–1.14) ; $P<0.001$

Table 4. Multiple linear regression model adjustment.

	Adjusted β of Δ PMI	95% CI	<i>t</i>	<i>P</i>
Outcomes variables				
Model 1 ; mechanical ventilation duration	0.78	0.61–0.95	9.21	<0.001
Model 2 ; catecholamine duration	0.23	0.13–0.33	4.71	<0.001
Model 3 ; ICU LOS	0.91	0.66–1.15	7.22	<0.001
Model 4 ; hospital LOS	0.63	0.31–0.96	3.85	<0.001

All following variables were initially included in the multivariable analysis in addition with Δ PMI: age, BMI, sex, ISS, severe anatomic injuries based on AIS score, admission white blood cell (WBC) count, massive transfusion need, invasive surgical interventions, cumulative 7 days nutritional intakes, day of the second scan. Final regression models only conserved significant variables.

- Significant variables included in model 1 : ISS score, cumulative 7 days nutritional intakes, admission haemoglobin ($r^2=0.57$)
- Significant variables included in model 2 : ISS score, Day of the second scan, BMI ($r^2=0.36$)
- Significant variables included in model 3 : cumulative 7 days nutritional intakes, massive transfusion need, Head AIS>3, Pelvic AIS>3 ($r^2=0.47$)
- Significant variables included in model 4 : BMI, massive transfusion need, Abdomen AIS>3, Orthopaedic AIS>3 ($r^2=0.32$)

β = unstandardized regression coefficient; CI = confidence interval; BMI = Body Mass Index ; ISS = injury severity score ; WBC = White Blood Cell; ICU = intensive care unit; LOS = length of stay

SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

La sarcopénie trauma-induite précoce diagnostiquée par scanner du psoas prédit une durée de ventilation mécanique prolongée et un mauvais pronostic chez les patients traumatisés sévères.

RESUME

Introduction : Le but de cette étude était d'évaluer la relation statistique entre la Sarcopénie Trauma-Induite (STI) précoce déterminée par l'aire scanographique du psoas et la durée de ventilation mécanique ainsi que le pronostic des patients traumatisés sévères.

Méthodes : Une étude rétrospective a été réalisée entre janvier 2010 et décembre 2015 chez des patients traumatisés sévères (ISS>15) hospitalisés en réanimation durant plus de 7 jours. L'index du muscle psoas (IMP) était mesuré sur 2 scanners distants (à l'admission puis quelques jours plus tard) afin de calculer le Δ IMP (pourcentage de réduction de l'IMP entre les 2 scanners). Trois groupes de sévérité de STI ont été *a posteriori* déterminés suivant la valeur du Δ IMP: faible (25% des Δ IMP les plus faibles), modérée et sévère (25% des Δ IMP les plus élevés) STI. Différents modèles de régression linéaire ont ensuite été effectués pour prédire la durée de ventilation mécanique, la durée d'amines, la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital selon le Δ IMP.

Résultats : Un total de 114 patients traumatisés ont été inclus (âge 40 ans [EI, 25–54], ISS 33 [EI, 25–41]). Basé sur le Δ IMP, 29 patients ont été classés dans le groupe faible STI (Δ IMP 0–6.4%), 56 dans le groupe STI modérée (Δ IMP 6.5–18.2%) et 29 dans le groupe STI sévère (Δ IMP \geq 18.8%). La sévérité de la STI était significativement associée à la durée de ventilation mécanique, aux besoins en cathécolamines, ainsi qu'à la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital ($P<0.001$). Les pneumopathies tardives ($P=0.006$) ainsi que les autres infections tardives ($P=0.014$), et les événements thrombo-emboliques étaient statistiquement associés à la sévérité de la STI. Le taux de mortalité ne différait statistiquement pas entre les 3 groupes ($P=0.20$). L'analyse par régression linéaire a montré que chaque augmentation de 1% du Δ IMP augmentait de 0.90 jour la durée de ventilation mécanique ($P<0.001$), de 0.29 jour la durée d'amines ($P<0.001$), de 0.82 jour la durée d'hospitalisation de ($P<0.001$). Ces résultats ont été confirmés après ajustement des potentiels facteurs confondants ($P<0.001$).

Conclusion : La sarcopénie trauma-induite précoce diagnostiquée dans notre étude par le Δ IMP était fortement associée à la durée de ventilation mécanique et au pronostic des patients traumatisés sévères.

Mots clé : Atteinte respiratoire, Complications respiratoires, Défaillance multi-viscérale, Dénutrition, Fonte musculaire, Index du muscle psoas (IMP), Infections, Patients réanimatoires.