

# Échographie musculaire périphérique en réanimation

**Guillaume FOSSAT**

**Pt searcher, CHU Orléans**

**PhD student, Université Paris-saclay, UR 20201**

**Enseignant Université d'Orléans**

**[guillaume.fossat@chr-orleans.fr](mailto:guillaume.fossat@chr-orleans.fr)**



# Faiblesse musculaire acquise en réanimation

## Intensive Care Unit Acquired Weakness

- ❖ Faiblesse musculaire cliniquement observée avec comme seule cause le séjour en réanimation
- ❖ 3 causes
  1. Polyneuropathie avec atteinte axonale sensorimotrice.
  2. Myopathie de réanimation avec atteinte musculaire.
  3. Neuromyopathie de réanimation avec implication neuromusculaire.

## Incidence

- ❖ 60% des patients présentent une faiblesse musculaire
- ❖ 25% des patients présentent un déficit moteur important (score MRC < 48)
- ❖ 25% des patients sous VM pendant 7 jours présentent une amyotrophie diaphragmatique (50 à 100% si sepsis)

J. Crit. Care. 2010;25(6):147-157. Epub 2010 Dec 17.

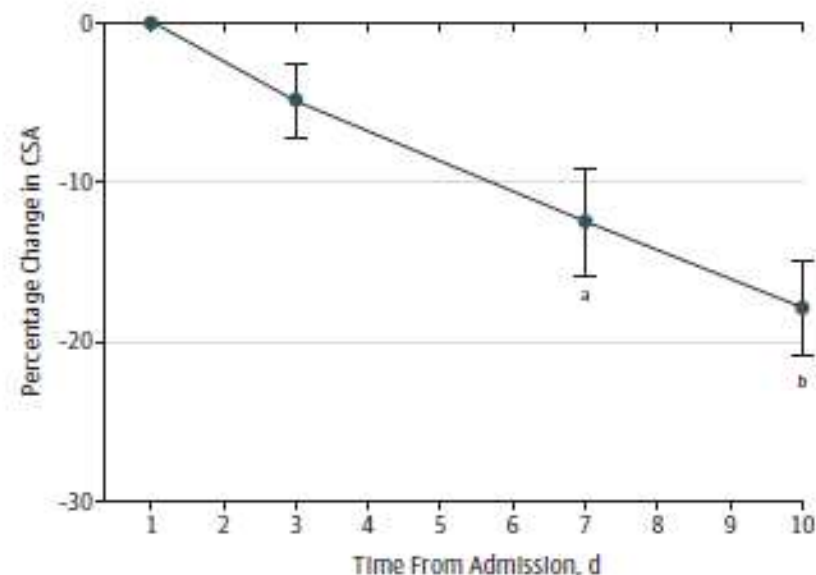
**Intensive care unit-acquired weakness (ICUAW) and muscle wasting in critically ill patients with severe sepsis and septic shock.**

Schiffo JG, Blechman J, Weber-Carstens S

Cochrane Database Syst Rev. 2018 Mar 27;3:CD010754. doi: 10.1002/14651858.CD010754.pub2.

**Early intervention (mobilization or active exercise) for critically ill adults in the intensive care unit.**

Doiron KA<sup>1</sup>, Hoffmann TC, Beller EM.

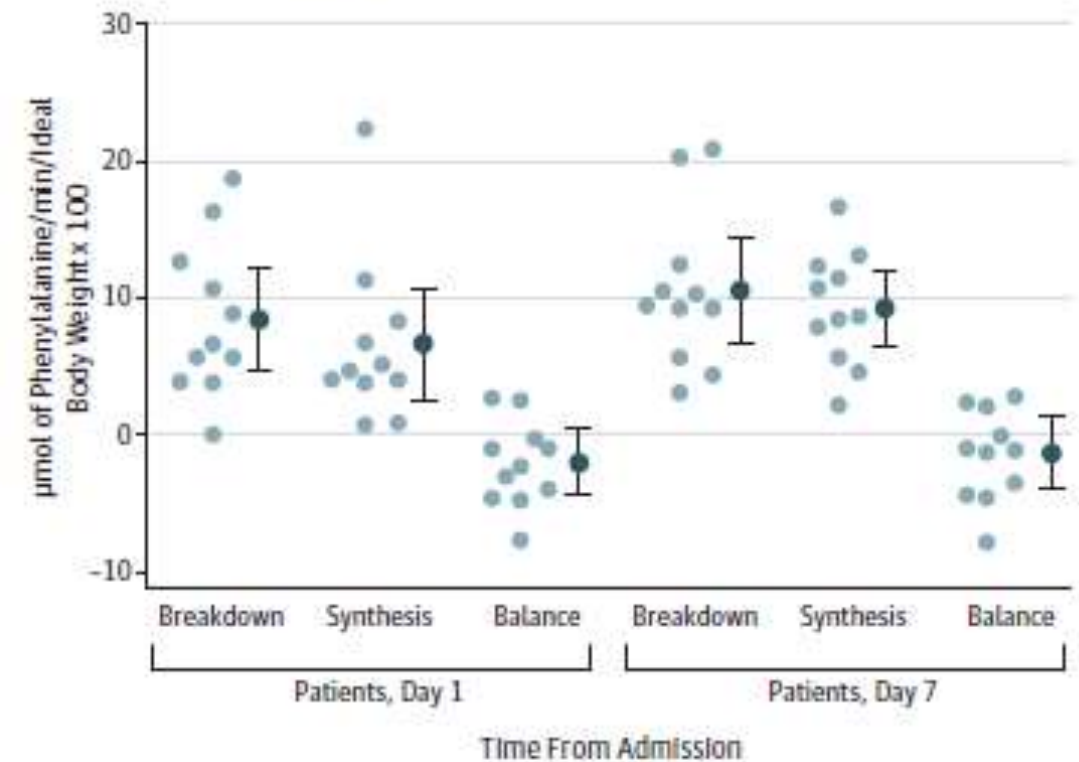
**A** Change in rectus femoris (RF) cross-sectional area (CSA) over 10 d

No. of patients      62      57      60      62

Summary data (dark circles) are expressed as medians and 95% confidence intervals.

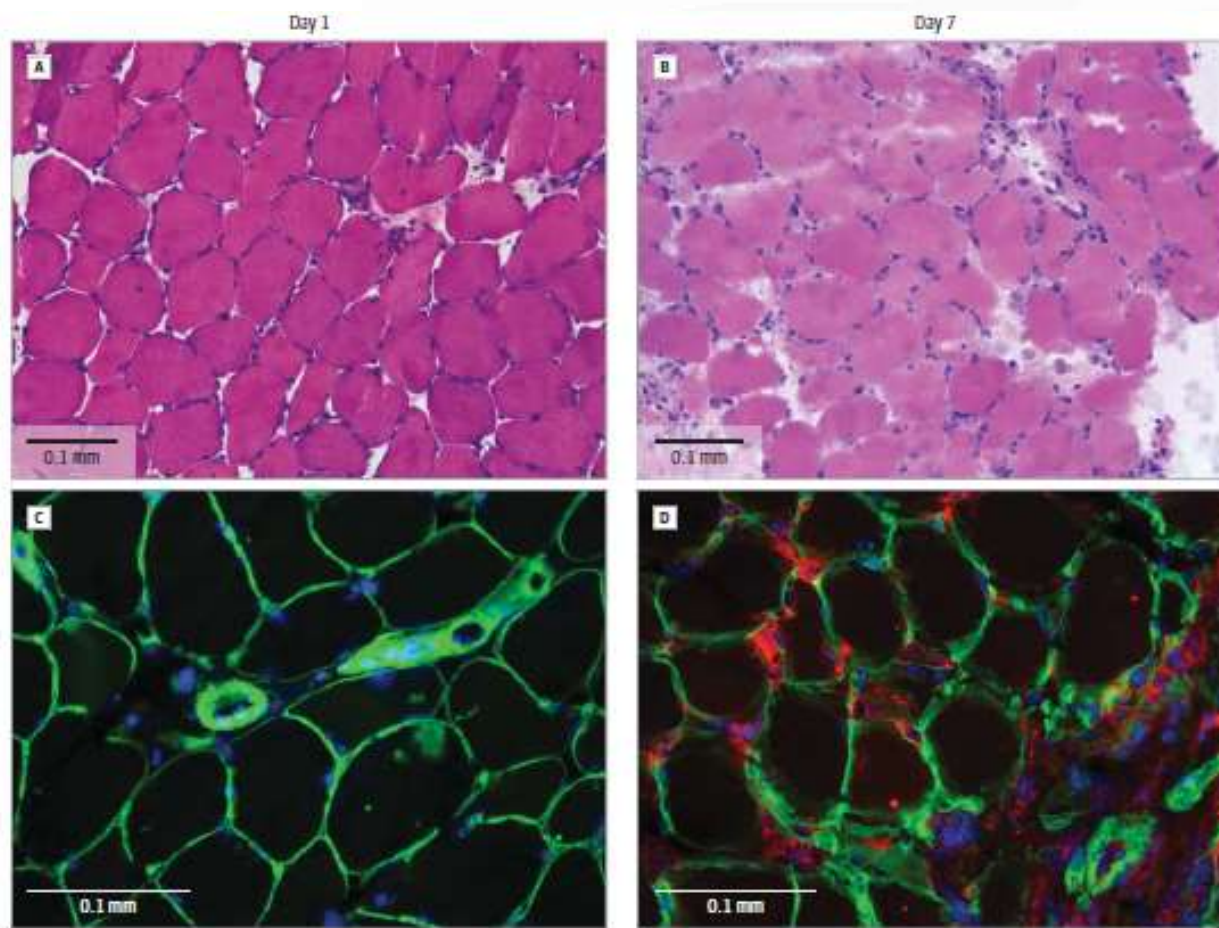
<sup>a</sup>  $P = .002$  for change from day 1 to day 7 by repeated measures 2-way analysis of variance.

<sup>b</sup>  $P < .001$  for change from day 1 to day 10.

**B** Leg protein balance (n = 11)

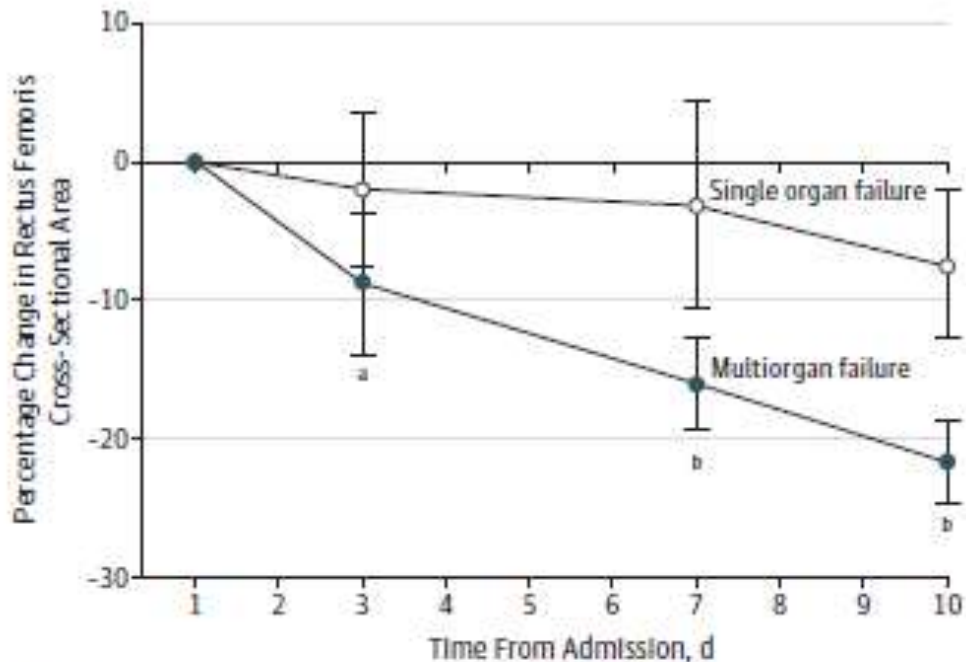
Une atteinte musculaire précoce et rapide

## Des répercussions en 7 jours



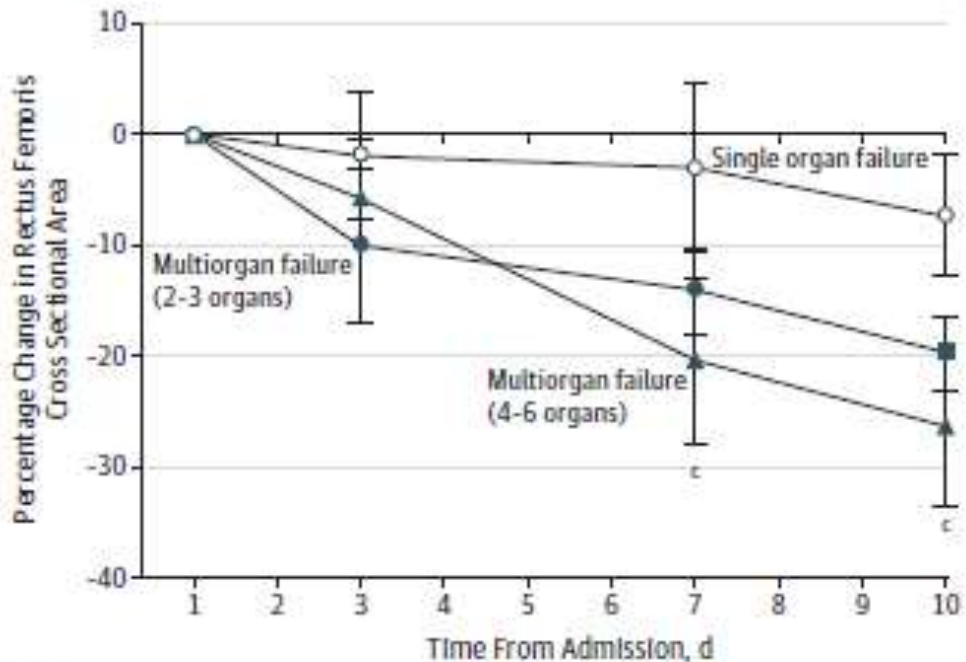
- Dès J1
  - ❖ Augmentation de la destruction protéinique vs. synthèse protéinique
  - ❖ Modification de la signalisation cellulaire
- Entre J1 et J7:
  - ❖ Diminution de 10% de la CSA du Droit Fémoral
  - ❖ Diminution de 20% de la CSA des Fibres Musc
  - ❖ Diminution de 30% du Ratio Protéine/ADN
- A J10:
  - ❖ Diminution de 18% de la CSA du Droit Fémoral

**A** Single vs multiorgan failure



|                      |    |    |    |    |
|----------------------|----|----|----|----|
| No. of patients      |    |    |    |    |
| Single organ failure | 15 | 14 | 15 | 15 |
| Multiorgan failure   | 47 | 43 | 45 | 47 |

**B** Single vs multiorgan failure



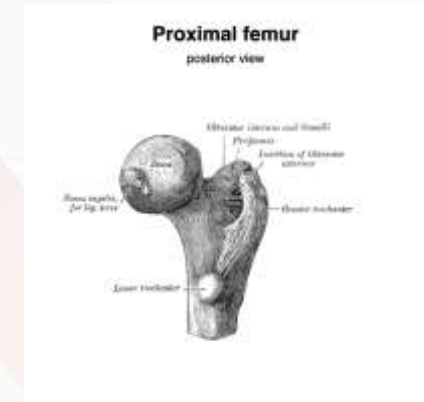
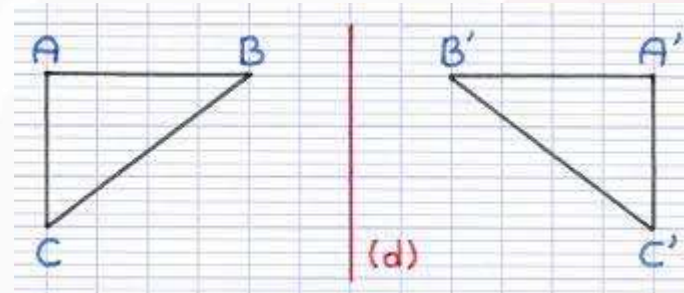
|                      |    |    |    |    |
|----------------------|----|----|----|----|
| No. of patients      |    |    |    |    |
| Single organ failure | 15 | 14 | 15 | 15 |
| Multiorgan failure   |    |    |    |    |
| 2-3 Organs           | 33 | 31 | 32 | 33 |
| 4-6 Organs           | 14 | 12 | 13 | 14 |

Majorée par la défaillance multi-organes

# Détection ?



CLINIQUE



Déficit bilatéral

Symétrique

Proximal



SCORE MRC

## Score MRC

- Cotation suivant la même base que le testing adaptée au patient de réanimation:
  - ❖ 0 = pas de contraction visible
  - ❖ 5 = force normale
- 3 groupes musculaire au membre sup et 3 au membre inf
- Score < 48 => ICUAW
- Nécessite la pleine participation du patient

|                         |                                                 | GAUCHE                                                      | DROITE |
|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|
| Abduction du bras       | Absence de contraction visible                  | 0                                                           | 0      |
|                         | Contraction visible sans mouvement du membre    | 1                                                           | 1      |
|                         | Mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur | 2                                                           | 2      |
|                         | Mouvement permettant de vaincre la pesanteur    | 3                                                           | 3      |
|                         | Mouvement contre pesanteur et contre résistance | 4                                                           | 4      |
|                         | Force musculaire normale                        | 5                                                           | 5      |
| Flexion de l'avant-bras | Absence de contraction visible                  | 0                                                           | 0      |
|                         | Contraction visible sans mouvement du membre    | 1                                                           | 1      |
|                         | Mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur | 2                                                           | 2      |
|                         | Mouvement permettant de vaincre la pesanteur    | 3                                                           | 3      |
|                         | Mouvement contre pesanteur et contre résistance | 4                                                           | 4      |
|                         | Force musculaire normale                        | 5                                                           | 5      |
| Extension du poignet    | Absence de contraction visible                  | 0                                                           | 0      |
|                         | Contraction visible sans mouvement du membre    | 1                                                           | 1      |
|                         | Mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur | 2                                                           | 2      |
|                         | Mouvement permettant de vaincre la pesanteur    | 3                                                           | 3      |
|                         | Mouvement contre pesanteur et contre résistance | 4                                                           | 4      |
|                         | Force musculaire normale                        | 5                                                           | 5      |
| Flexion de la cuisse    | Absence de contraction visible                  | 0                                                           | 0      |
|                         | Contraction visible sans mouvement du membre    | 1                                                           | 1      |
|                         | Mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur | 2                                                           | 2      |
|                         | Mouvement permettant de vaincre la pesanteur    | 3                                                           | 3      |
|                         | Mouvement contre pesanteur et contre résistance | 4                                                           | 4      |
|                         | Force musculaire normale                        | 5                                                           | 5      |
| Extension de la Jambe   | Absence de contraction visible                  | 0                                                           | 0      |
|                         | Contraction visible sans mouvement du membre    | 1                                                           | 1      |
|                         | Mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur | 2                                                           | 2      |
|                         | Mouvement permettant de vaincre la pesanteur    | 3                                                           | 3      |
|                         | Mouvement contre pesanteur et contre résistance | 4                                                           | 4      |
|                         | Force musculaire normale                        | 5                                                           | 5      |
| Flexion dorsale du pied | Absence de contraction visible                  | 0                                                           | 0      |
|                         | Contraction visible sans mouvement du membre    | 1                                                           | 1      |
|                         | Mouvement insuffisant pour vaincre la pesanteur | 2                                                           | 2      |
|                         | Mouvement permettant de vaincre la pesanteur    | 3                                                           | 3      |
|                         | Mouvement contre pesanteur et contre résistance | 4                                                           | 4      |
|                         | Force musculaire normale                        | 5                                                           | 5      |
|                         |                                                 | Totaux :                                                    |        |
|                         |                                                 | Score total= <input type="text"/> <input type="text"/> / 60 |        |

# Echographie ?

## Pourquoi l'échographie ?

Déterminer les patients à risque de ICUAW?

- ❖ MRC-SS (commande motrice/éveil)
- ❖ Biopsie ?
- ❖ Biomarkers?
- ❖ EMG?
- ❖ Conduction nerveuse ?
  - ❖ Absence de relation avec la force musculaire volontaire



Difficiles à utiliser en routine

Echographie musculaire

- ❖ Non irradiant
- ❖ Disponible ++ en réanimation
- ❖ Effort indépendant

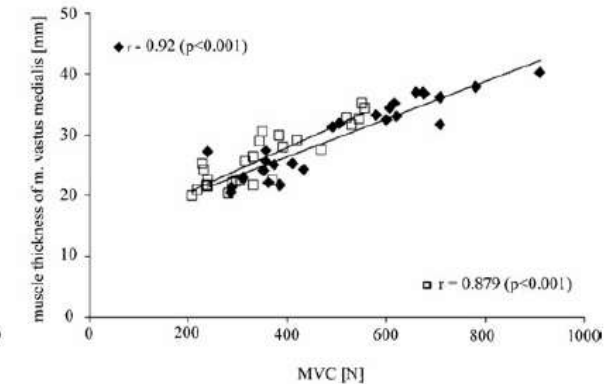
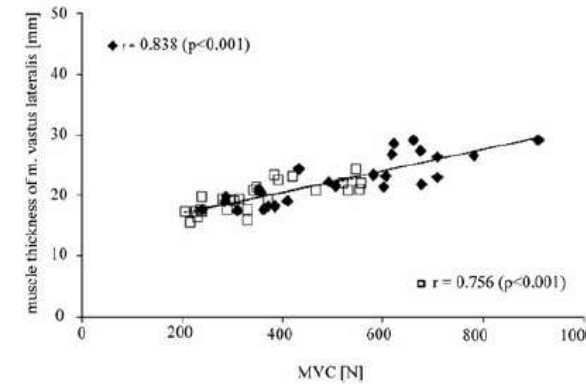
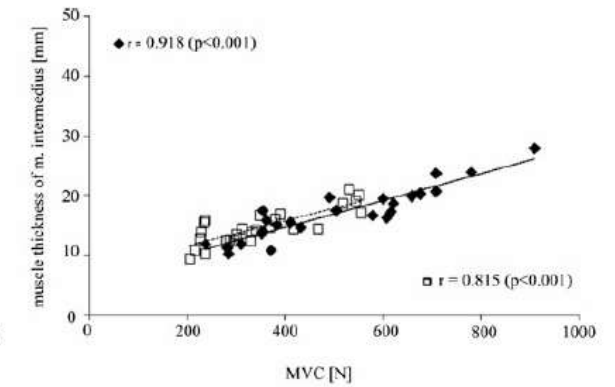
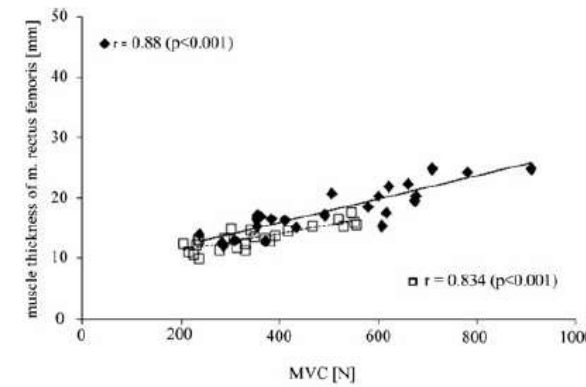
# Muscles et échographie

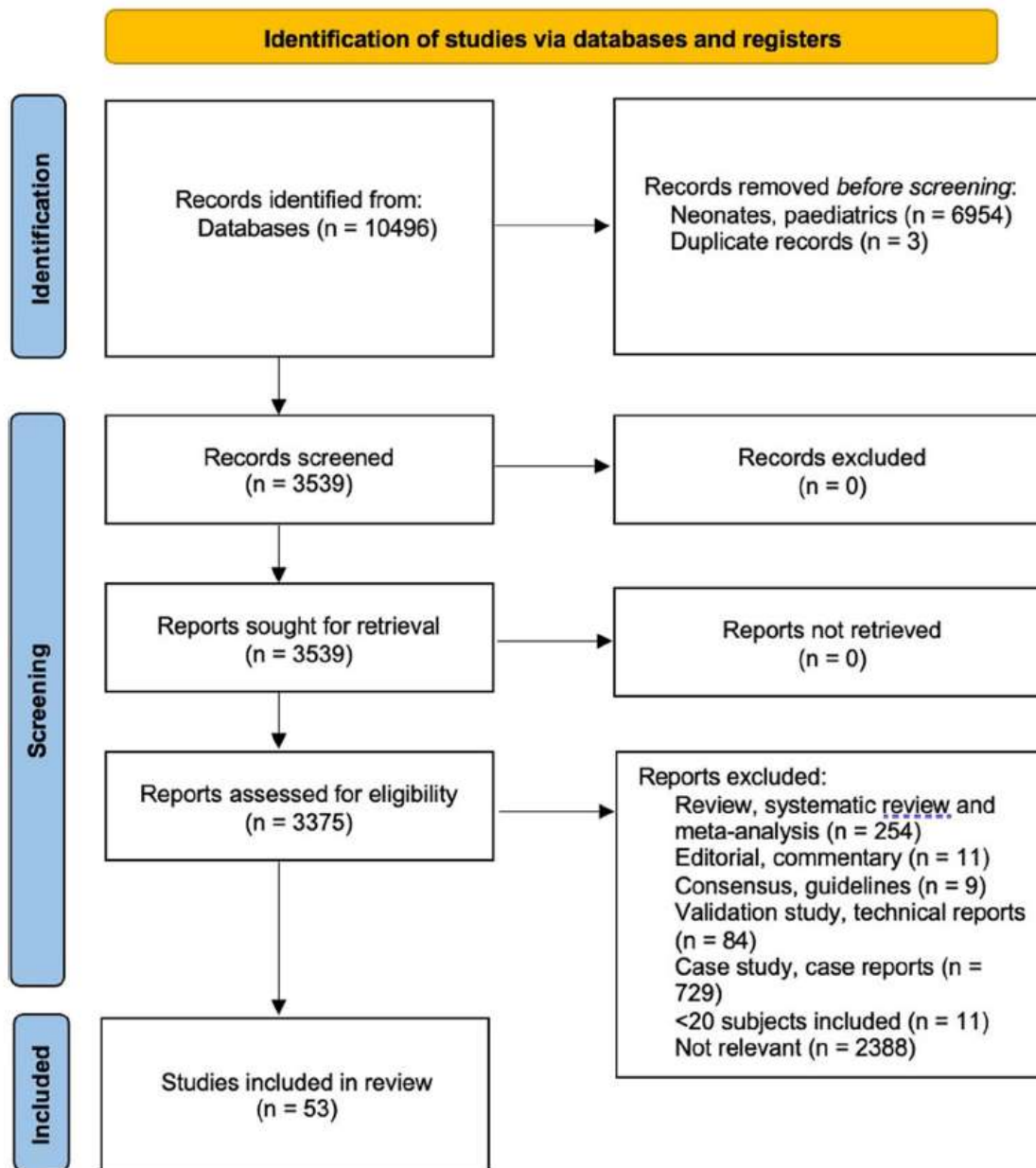
- Section musculaire = Force musculaire
- Corrélation entre épaisseur musculaire et section musculaire (Abe et al. 1997)

Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly

Eva Maria Strasser • Thomas Draskovits •  
Markus Praschak • Michael Quittan •  
Alexandra Graf

AGE (2013) 35:2377–2388





**Fig. 1** Flow diagram of selected studies according to the PRISMA guidelines

REVIEW

Open Access

## The rate and assessment of muscle wasting during critical illness: a systematic review and meta-analysis

Brigitta Fazzini<sup>1\*</sup>, Tobias Märkl<sup>2</sup>, Christos Costas<sup>3</sup>, Manfred Blobner<sup>4,5,6</sup>, Stefan J. Schaller<sup>4,5</sup>, John Prowle<sup>1,3</sup>, Zudin Puthucherry<sup>1,2†</sup> and Henning Wackerhage<sup>2†</sup>

To address this issue, we carried out a systematic review and meta-analysis aiming to answer the following research questions:

1. What is the rate of muscle wasting in critically ill patients?
2. What are the methods used to assess changes in muscle mass in critically ill patients?
3. What is the incidence of ICU-AW in critically ill patients?
4. What are the outcomes (i.e. mortality, mechanical ventilation time, and length of stay) associated with muscle wasting?

### Assessment methods

We analysed the methods used to assess muscle wasting and found that of the 33 studies that measured muscle size, 28 (85%) studies used ultrasound [11–17, 24–31, 31–44] and 5 studies (15%) used computed tomography (CT) [45–49] at different time points.

# Echographie musculaire

En pratique?

## Quels muscles ?

- Quadriceps
  - ❖ Vaste intermédiaire/Droit fémoral
  - ❖ Accessibilité
  - ❖ Etudes ++
- Tibial antérieur
- Muscles intercostaux
- Muscles grands droits de l'abdomen

## Procédure pour le quadriceps

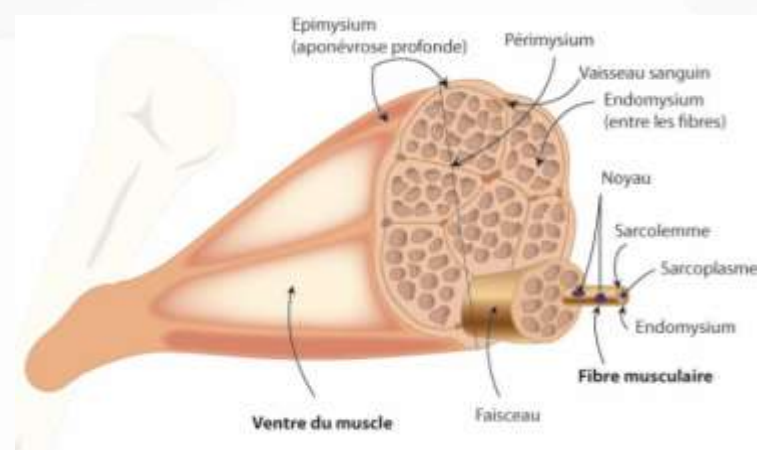
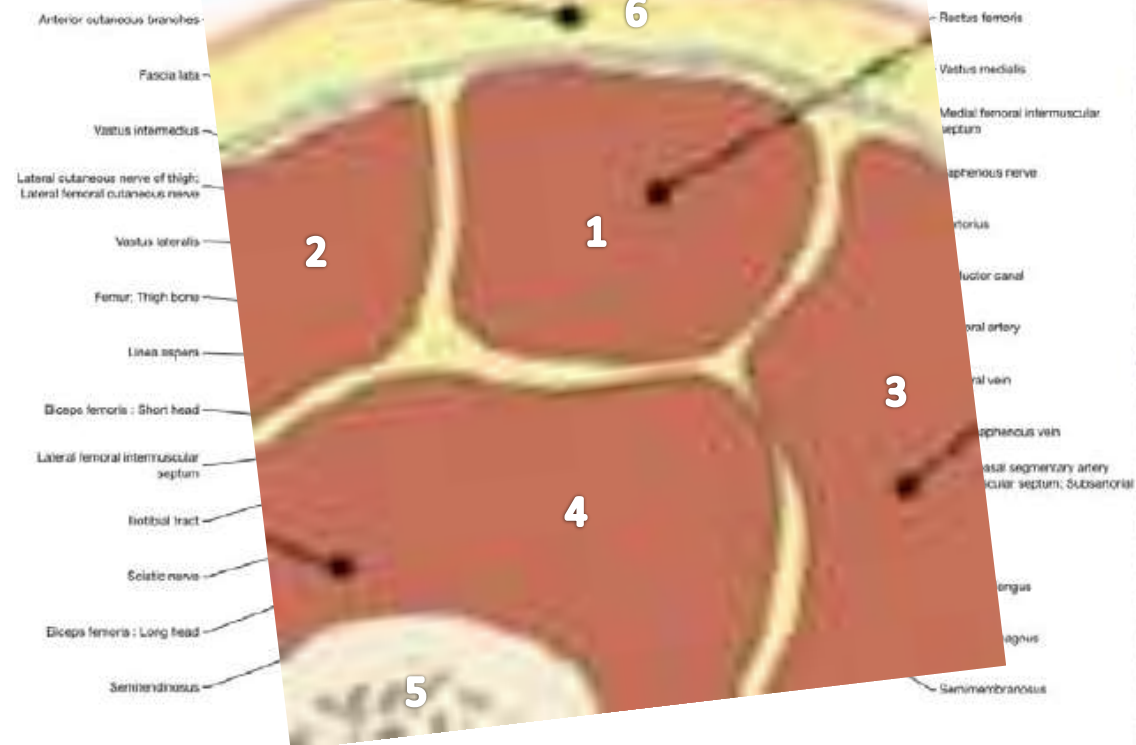
- Choix de la sonde: Pour le musculaire superficiel
  - ❖ 7,5 -10 MHZ avec une sonde linéaire
- Délimitation de la zone ? (1/2 ; 3/5)
  - ❖ Image écho = zone sous la sonde (représentatif de tout le muscle ?)
- Installation du patient
  - ❖ DD strict/ Position neutre de rotation des MI
- Pression appliquée
- Gel conducteur
- Répétitions/moyenne











Review

**Neuromuscular Ultrasound in Intensive Care Unit-Acquired Weakness: Current State and Future Directions**Felix Klawitter <sup>1,\*</sup>, Uwe Walter <sup>2</sup>, Hubertus Axer <sup>3</sup>, Robert Patejdl <sup>4</sup> and Johannes Ehler <sup>5</sup>

# Analyses musculaires

## • Volume musculaire

### ❖ Section (Thickness)

- ❖ Souvent insuffisante seule (PARIS J. Parenter. Enter. Nutr. 2016) pour estimer la masse musculaire
- ❖ Permet de suivre l'évolution facilement (Zhang Sci. Rep. 2021)
- ❖ Prediction des durées de traitement et des outcomes fonctionnels (PARRY JCC 2015 ; DIMOPOULOS World J. Cardiol 2020)
- ❖ Associée à une augmentation de la mortalité (HADDA JIC 2018)

### ❖ Volume (Cross Sectional Area)

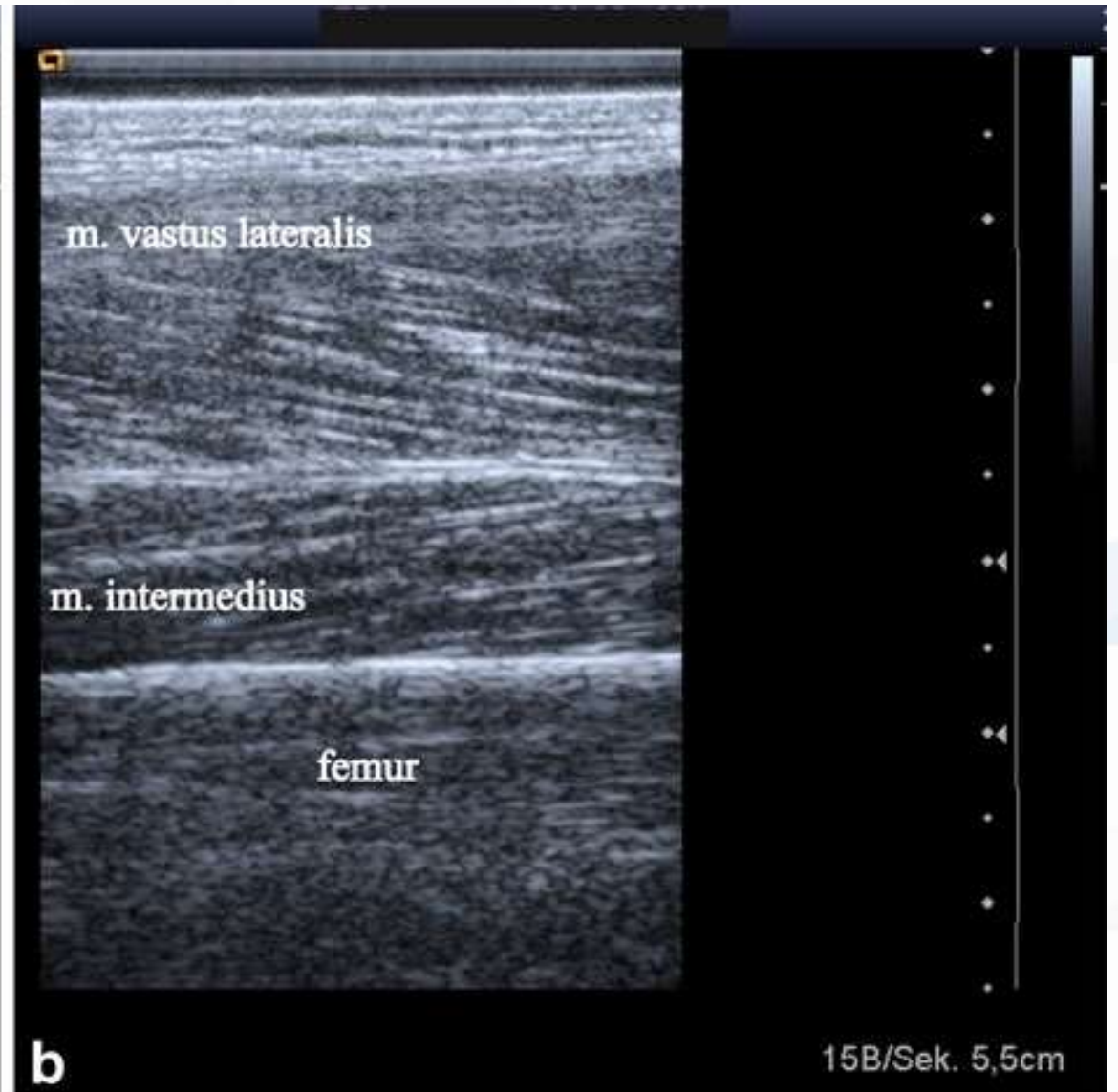
- ❖ Permet d'estimer la masse musculaire
- ❖ Diminution de 30% dans les premiers jours de réanimation
- ❖ Diminution plus importante chez les patients avec une ICUAW ( ZHANG Sci Rep 2021; YUAN Medicine 2021)
- ❖ Corrélation avec la force et la fonction (MAYER Crit Care 2020; PARRY JCC 2015)
- ❖ Correlation avec la mortalité (HADDA JIC 2018; YUAN Medicine 2021)

## • Structure musculaire

- ❖ Œdème
- ❖ Pennation des fibres
- ❖ Echogénicité



# Pennation des fibres



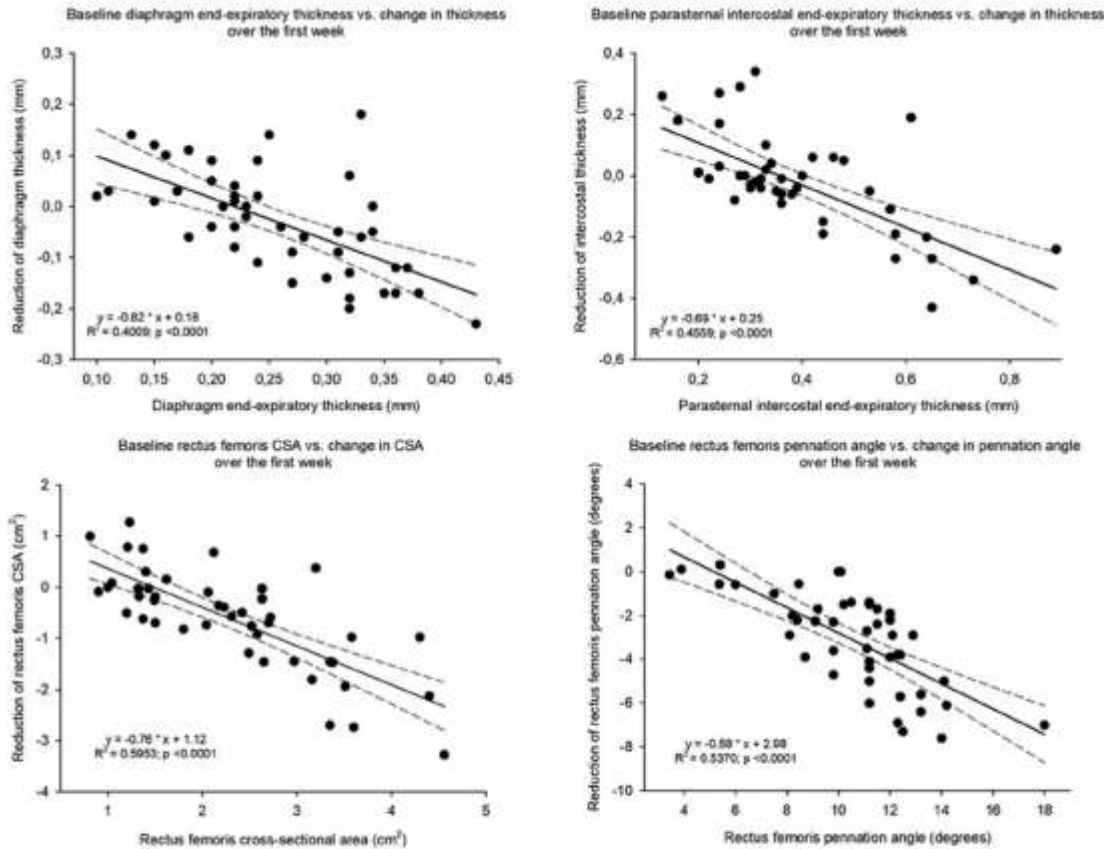


Fig. 2. Muscle ultrasound thickness reduction over the first week of ICU stay.



Journal of Critical Care

Contents lists available at ScienceDirect

Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jcc](http://www.elsevier.com/locate/jcc)



The possible predictive value of muscle ultrasound in the diagnosis of ICUAW in long-term critically ill patients

Formenti Paolo, MD <sup>a,\*</sup>, De Giorgis Valentina, MD <sup>b</sup>, Coppola Silvia, MD <sup>a</sup>, Pozzi Tommaso, MD <sup>b</sup>, Chiodaroli Elena, MD <sup>a</sup>, Drees Martin, MD <sup>a,c</sup>, J. Marini John <sup>d</sup>, Chiurlo Davide, MD <sup>a,c,d</sup>

Table 2  
Univariate analysis to identify predictors of ICU-acquired weakness.

|                                                       | OR   | 95% CI         | P value |
|-------------------------------------------------------|------|----------------|---------|
| Diaphragm expiratory thickness T1 (mm)                | 44.3 | 0.04; 43,862.5 | 0.281   |
| Rectus femoris CSA T1 (cm2)                           | 1.05 | 0.58; 1.89     | 0.862   |
| Rectus femoris pennation angle T1(°)                  | 1.09 | 0.88; 1.34     | 0.426   |
| Parasternal intercostal expiratory thickness T1 (mm)  | 42.1 | 0.71; 2500.4   | 0.073   |
| Change in diaphragm thickness T3-T1 (%)               | 1.01 | 0.98; 1.02     | 0.941   |
| Change in diaphragm thickness T7-T1 (%)               | 1.01 | 0.99; 1.03     | 0.194   |
| Change in rectus femoris CSA T3-T1 (%)                | 1.01 | 0.99; 1.02     | 0.399   |
| Change in rectus femoris CSA T7-T1 (%)                | 0.99 | 0.98; 1.01     | 0.499   |
| Change in rectus femoris pennation angle T3-T1 (%)    | 0.99 | 0.95; 1.03     | 0.702   |
| Change in rectus femoris pennation angle T7-T1 (%)    | 0.91 | 0.87; 0.96     | 0.001   |
| Change in parasternal intercostal thickness T3-T1 (%) | 0.98 | 0.96; 1.01     | 0.059   |
| Change in parasternal intercostal thickness T7-T1 (%) | 0.99 | 0.99; 1.01     | 0.572   |
| SOFA score (points)                                   | 1.01 | 0.86; 1.19     | 0.882   |
| SAPS II (points)                                      | 0.99 | 0.95; 1.05     | 0.935   |
| Age (years)                                           | 1.03 | 0.98; 1.07     | 0.240   |
| Lactate (mmol/L)                                      | 0.93 | 0.72; 1.19     | 0.581   |

| Demographic, anthropometric data and comorbidities    | ICU-acquired weakness<br>(n = 28-57.1%) | No ICU-acquired weakness<br>(n = 21-42.9%) | p      |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|--------|
| Percent change in muscle ultrasound over time         |                                         |                                            |        |
| Change in diaphragm thickness T3-T1 (%)               | -8.7 [-25.9; +15] %                     | -3.57 [-14.8; 5.9] %                       | 0.701  |
| Change in diaphragm thickness T7-T1 (%)               | 0 [-33.3; +25] %                        | -21.4 [-33.3; +6.7] %                      | 0.259  |
| Change in rectus femoris CSA T3-T1 (%)                | -0.4 [-22; 16.6] %                      | -12 [-27.3; -0.83] %                       | 0.1104 |
| Change in rectus femoris CSA T7-T1 (%)                | -22.8 [-46.7; -2.3] %                   | -20.6 [-42.5; -2.1] %                      | 0.5012 |
| Change in pennation angle T3-T1 (%)                   | -19.2 [-28.1; -12.7] %                  | -17.8 [-26.6; -8.3] %                      | 0.5179 |
| Change in rectus femoris pennation angle T7-T1 (%)    | -36.6 [-44.6; -24.4] %                  | -14.7 [-22.5; -6.6] %                      | 0.0002 |
| Change in parasternal intercostal thickness T3-T1 (%) | -16.7 [-34.2; 0] %                      | -9.1 [-13.8; +11.8] %                      | 0.0721 |
| Change in parasternal intercostal thickness T7-T1 (%) | -13.3 [-32.7; +10.4] %                  | -4.5 [-12.7; +11.8] %                      | 0.2948 |

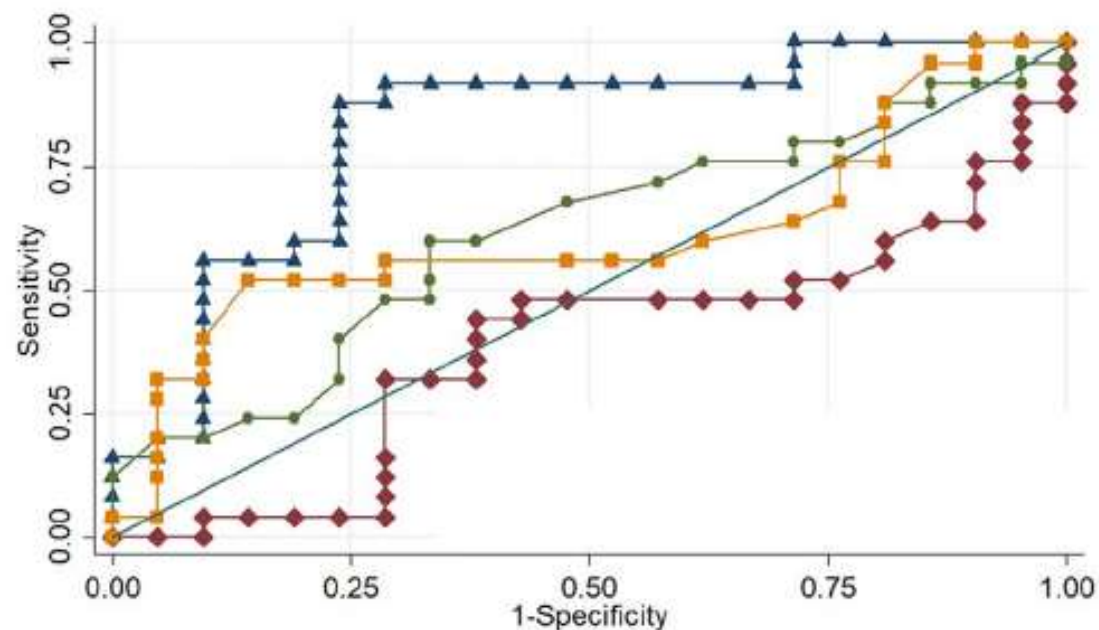


Fig. 3. Discriminative ability of different variables to predict the development of ICU-acquired weakness.



The possible predictive value of muscle ultrasound in the diagnosis of ICUAW in long-term critically ill patients

Formenti Paolo, MD <sup>a,b</sup>, De Giorgis Valentina, MD <sup>b</sup>, Coppola Silvia, MD <sup>a</sup>, Pozzi Tommaso, MD <sup>b</sup>, Chiodaroli Elena, MD <sup>a</sup>, Drees Martin, MD <sup>a,f</sup>, J. Marini John <sup>g</sup>, Chiumello Davide, MD <sup>a,c,d</sup>

## 5. Conclusions

Architecture of the quadriceps and respiratory muscles was altered within the first week of mechanical ventilation, contributing to ICU acquired weakness. The loss of pennation angle seemed to have high diagnostic accuracy for ICUAW and could be assessed before patients became able to perform volitional tests, allowing for earlier diagnosis. Even if these results are considered as an exploratory background for more focused studies, the monitoring of changes to muscle architecture may lead to timely detection and better quantification of muscle loss.

## Echelle d'échogénicité

- ❖ Echogénicité normale + os bien visible
- ❖ Augmentation de l'échogénicité + os visible
- ❖ Augmentation importante de l'échogénicité + diminution du signal osseux
- ❖ Très forte augmentation de l'échogénicité + Absence du signal osseux
- ❖ SCORE DE HECKMATT

Grimm et al. Critical Care 2013, 17:R227  
http://ccforum.com/content/17/5/R227



RESEARCH

Open Access

### Muscle ultrasound for early assessment of critical illness neuromyopathy in severe sepsis

Alexander Grimm<sup>1,2</sup>, Ulrike Teschner<sup>1,2</sup>, Christine Forzelius<sup>3,4</sup>, Katrin Ludwig<sup>2</sup>, Jörg Ziehe<sup>2,4</sup>, Otto W Witte<sup>1,2</sup>, Frank M Brunkhorst<sup>2,5</sup> and Hubertus Axer<sup>1,2\*</sup>

