

2023 호흡재활 연구회 심포지움
Session II 16:30~17:00

Pulmonary Rehabilitation in ICU

전북대학교병원 재활의학과
원유희

ICU-Acquired Weakness



ICU-Acquired Weakness

- Definition
 - clinical signs of weakness that develop after the onset of critical illness
 - Incidence
 - 43% in critically ill adult patients over 31 studies
 - ATS committee on ICUAW in adults, 2014
 - Diaphragm dysfunction may develop more often than limb muscle weakness
-

Diagnosis of ICU-Acquired Weakness

Criteria for diagnosis : 1,2,3, or 4,5

- 1) Generalized weakness developing after onset of critical illness
- 2) Weakness is diffuse involving both proximal and distal muscles, symmetric, flaccid and generally spares cranial nerves
- 3) MRC sum < 48, or mean MRC score < 4 in all testable muscle groups noted on ≥ 2 occasions separated by > 24 hrs
- 4) Dependence on mechanical ventilation
- 5) Causes of weakness not related to underlying critical illness have been excluded

Example

MRC-sum score

	Right	Left	Sum
arm abduction	3	3	
forearm flexion	4	4	
wrist extension	4	4	22
leg flexion	3	3	
knee extension	4	4	
ankle dorsiflexion	4	4	22
Sum			
Total MRC score			44

MRC scale	
0	complete paralysis
1	minimal contraction
2	active movement with gravity eliminated
3	weak contraction against gravity
4	active movement against gravity and resistance
5	normal strength

MRC below 48/60 : ICUAW or significant weakness
MRC below 36/48 : severe weakness

Diagnosis of ICU-Acquired Weakness

- Using Hand-held dynamometry
 - Handgrip strength weakness < 11 kg for men, 7 kg for women



ICU-Acquired Weakness (ICUAW)

Two main group

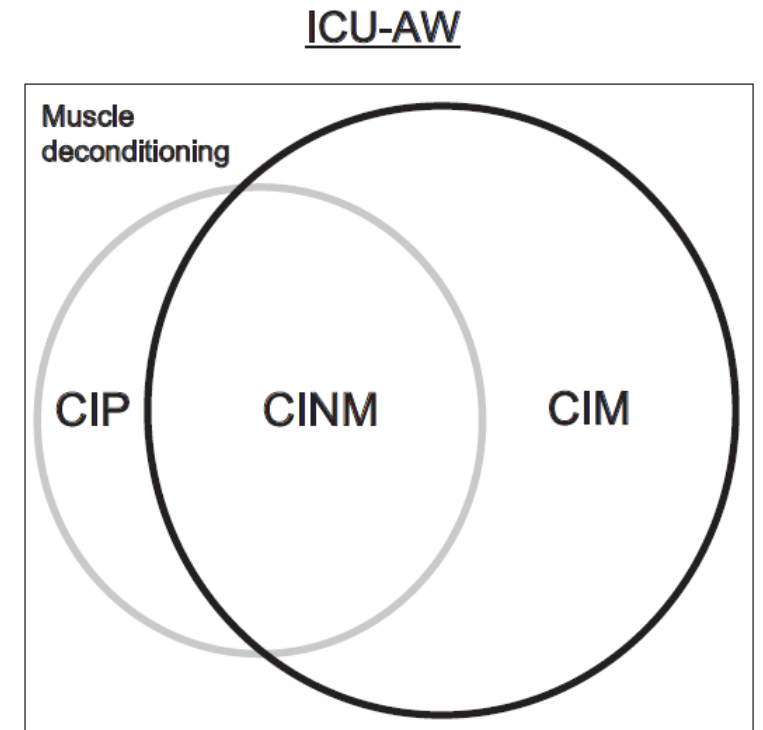
ICUAW with electrophysiologic and histopathologic finding

* Critical illness polyneuropathy, CIP

* Critical illness myopathy, CIM

ICUAW with normal diagnostic studies

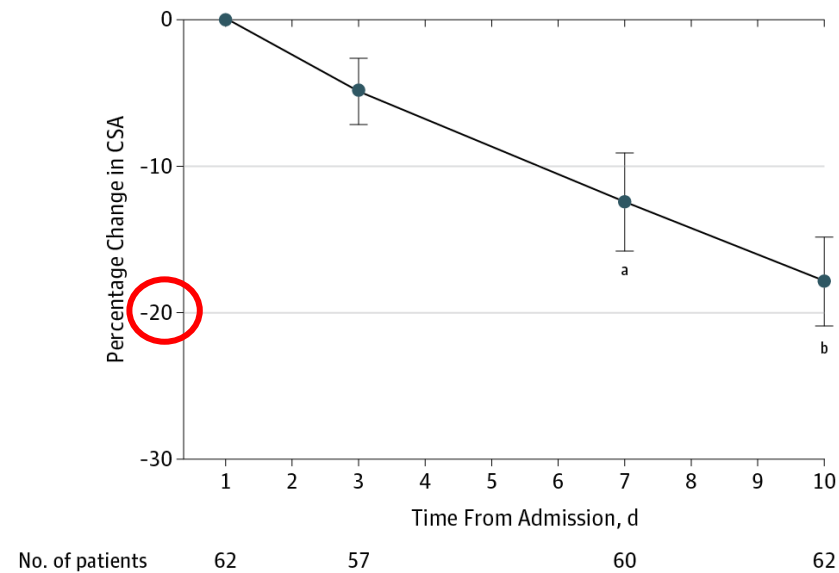
* Muscle deconditioning
→ Normal NCV, CMAP, no ASA



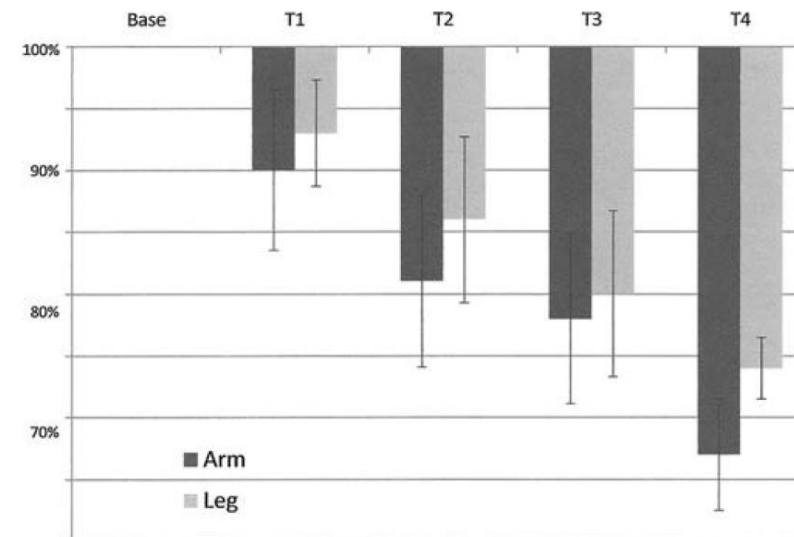
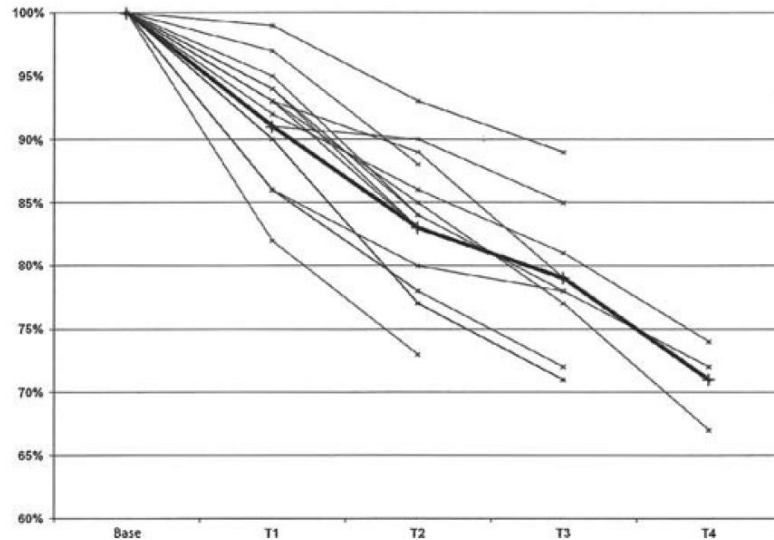
Muscle deconditioning

- pronounced loss of muscle mass, that can exceed 10% over the 1st week in ICU patients. With functional impairment

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



- muscle cross-section decrease of 16.5% in 2 weeks (n = 14) in ICU patients
- Decrease started in the first week after admission to the ICU and continued for at least 4 weeks of bedriddenness
- decrease in muscle cross-section of the arms is greater than the decrease of the legs



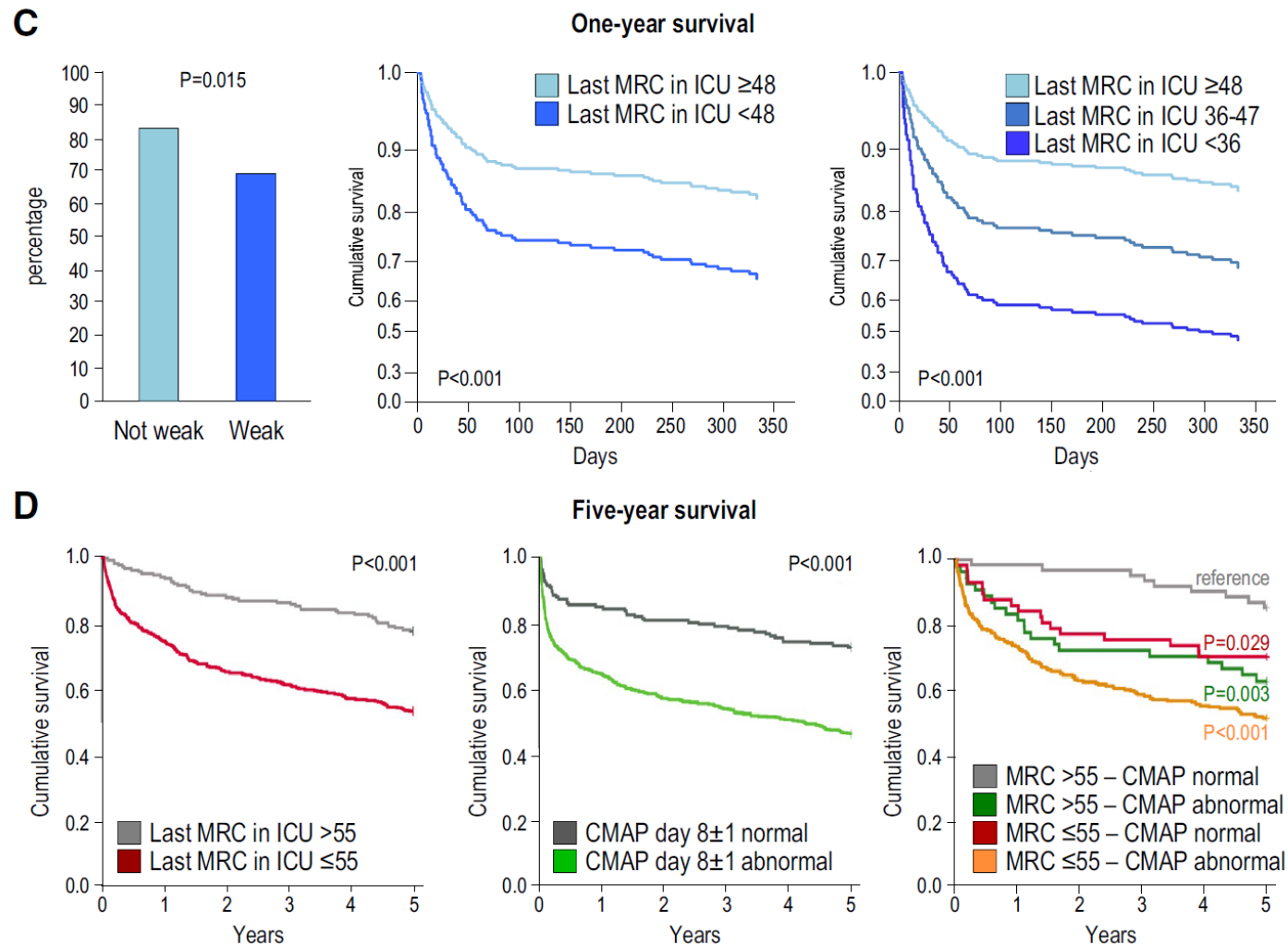
Diaphragm weakness in ICU

- Respiratory muscle weakness
 - twice as prevalent as limb muscle weakness in ICU patients
 - occurs earlier and is much more profound than limb muscle atrophy
 - Diaphragm atrophy is considerably more rapid with 50% patients losing a median 20% of diaphragm thickness by day 3 or 4 of MV
 - Quadriceps thickness decreased by about 10% after 1 week of MV
- Associated with
 - Higher risk of extubation failure
 - Longer duration of ventilator dependency
 - Worse mortality
- MIP < 30 cmH₂O at extubation
 - extubation failure, independently associated with 1 yr mortality (HR 4.41)

ICUAW, mortality

- recognized independent predictor of mortality
- Significantly worse handgrip strength
- worse physical functioning health-related QOL
- 30% lower likelihood of being alive at hospital discharge
- increased odds of death associated with ICUAW independent of other ICU factors

Post ICU survival, 1yr, 5 yr



Evaluations

Evaluation

- Functional score
 - Physical Function in Intensive care Test scored (PFIT-s)
 - Functional Status Score for the ICU (FSS-ICU)
 - ICU mobility scale (IMS)
 - Chelsea Critical Care Physical Assessment tool (CPAx)
 - Short Physical Performance Battery (SPPB)
 - When?
 - awakening/ICU discharge/hospital discharge/follow up
- Severity of illness
 - Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II
- Sedation and delirium status
 - Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)
 - Confusion Assessment Method for the ICU (CAM-ICU)

Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS)

Score	Term	Description
+4	Combative	Overtly combative, violent, immediate danger to staff
+3	Very agitated	Pulls or removes tube(s) or catheter(s); aggressive
+2	Agitated	Frequent non-purposeful movement, fights ventilator
+1	Restless	Anxious but movements not aggressive vigorous
0	Alert and calm	
-1	Drowsy	Not fully alert, but has sustained awakening (eye-opening/eye contact) to <i>voice</i> (≥ 10 seconds)
-2	Light sedation	Briefly awakens with eye contact to <i>voice</i> (< 10 seconds)
-3	Moderate sedation	Movement or eye opening to <i>voice</i> (but no eye contact)
-4	Deep sedation	No response to voice, but movement or eye opening to <i>physical</i> stimulation
-5	Unarousable	No response to <i>voice or physical</i> stimulation

If not alert, state patient's name and say to open eyes and look at speaker.

Verbal Stimulation

Physical Stimulation

shaking shoulder and/or rubbing sternum

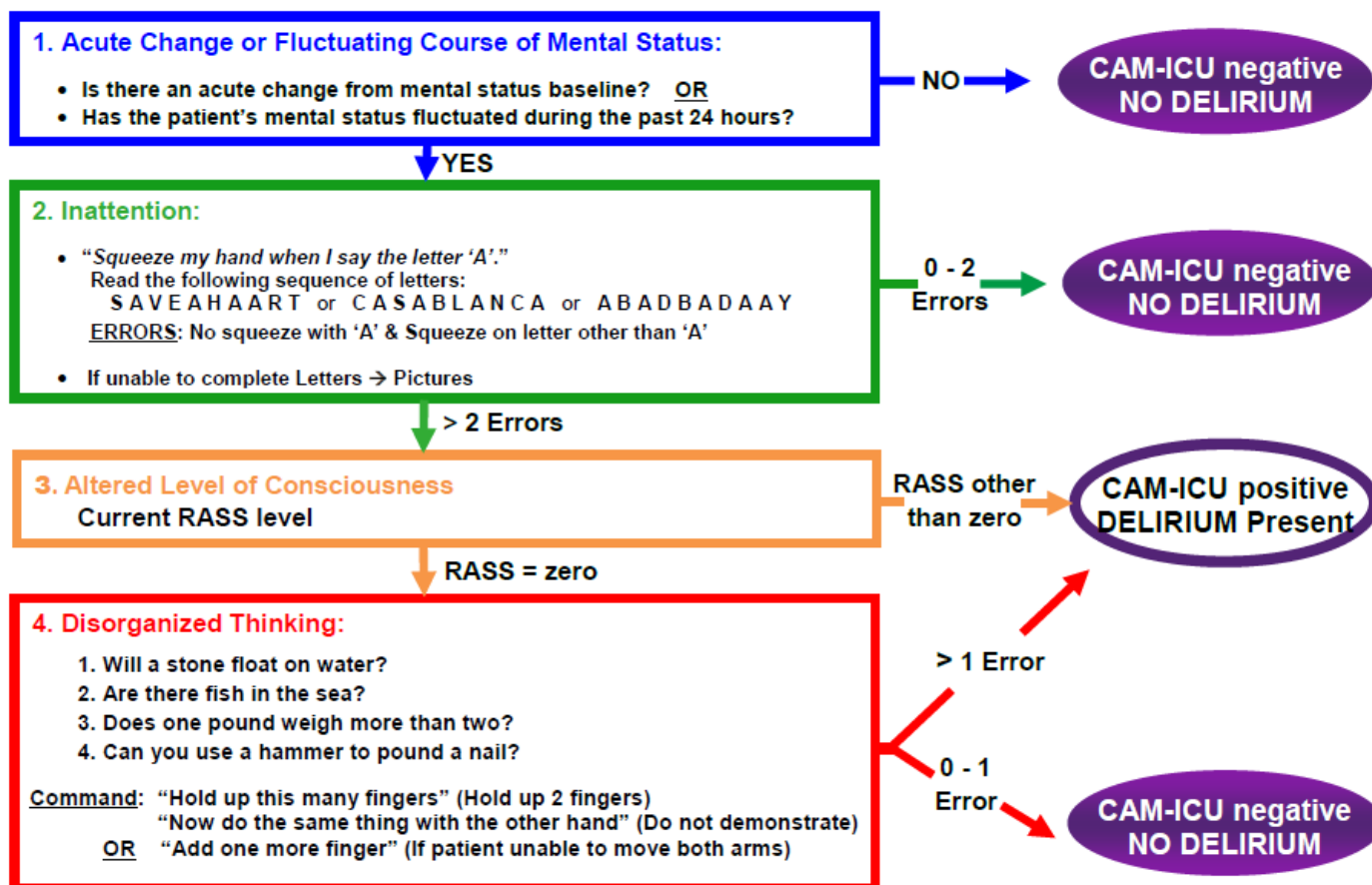
Confusion Assessment Method for the ICU (CAM-ICU)

<http://www.icudelirium.org/delirium/monitoring.html>

CAM-ICU Worksheet

Feature 1: Acute Onset or Fluctuating Course	Score	Check here if Present
Is the patient different than his/her baseline mental status? OR Has the patient had any fluctuation in mental status in the past 24 hours as evidenced by fluctuation on a sedation/level of consciousness scale (i.e., RASS/SAS), GCS, or previous delirium assessment?	Either question Yes →	<input type="checkbox"/>
Feature 2: Inattention		
<u>Letters Attention Test</u> (See training manual for alternate Pictures) <u>Directions:</u> Say to the patient, "I am going to read you a series of 10 letters. Whenever you hear the letter 'A,' indicate by squeezing my hand." Read letters from the following letter list in a normal tone 3 seconds apart. SAVEAHAART or CASABLANCA or ABADBADAAY Errors are counted when patient fails to squeeze on the letter "A" and when the patient squeezes on any letter other than "A."	Number of Errors >2 →	<input type="checkbox"/>
Feature 3: Altered Level of Consciousness		
Present if the Actual RASS score is anything other than alert and calm (zero)	RASS anything other than zero →	<input type="checkbox"/>
Feature 4: Disorganized Thinking		
<u>Yes/No Questions</u> (See training manual for alternate set of questions) 1. Will a stone float on water? 2. Are there fish in the sea? 3. Does one pound weigh more than two pounds? 4. Can you use a hammer to pound a nail? Errors are counted when the patient incorrectly answers a question. <u>Command</u> Say to patient: "Hold up this many fingers" (Hold 2 fingers in front of patient) "Now do the same thing with the other hand" (Do not repeat number of fingers) *If the patient is unable to move both arms, for 2 nd part of command ask patient to "Add one more finger" An error is counted if patient is unable to complete the entire command.	Combined number of errors >1 →	<input type="checkbox"/>
Overall CAM-ICU		<input type="checkbox"/>
Feature 1 <u>plus</u> 2 <u>and</u> either 3 <u>or</u> 4 present = CAM-ICU positive		CAM-ICU Positive (Delirium Present)
Criteria Met →		<input type="checkbox"/>
Criteria Not Met →		CAM-ICU Negative (No Delirium)

Confusion Assessment Method for the ICU (CAM-ICU) Flowsheet



진정 상태와 섬망 관찰과의 연계: 의식 수준 사정의 2 단계 접근

일단계: 진정 상태 평가

리치몬드 흥분/진정 단계 (The Richmond Agitation and Sedation Scale: The RASS)*

점수	용어	특징
+4	공격적	확연히 공격적, 파괴적임. 스태프에게 즉각적인 위협 초래 가능
+3	매우 흥분	각종 튜브나 카테터를 잡아 뜯거나 제거하려함. 공격적
+2	흥분	빈번한 목적 없는 움직임. 인공호흡기에 맞추지 못함.
+1	들뜬	불안한 상태이나 움직임이 공격적이거나 활발하지는 않음.
0	깨어있음/평안	
-1	둔한	완전히 의식이 명확하지는 않음. 그러나 목소리에 지속적으로 깨어있음. (눈을 뜨거나 눈을 맞춤) (10초 이상)
-2	약한 진정	목소리에 잠깐 깨어 눈을 맞춤 수 있음(10초 이내)
-3	중간 진정	목소리에 움직임이거나 눈을 뜰 수 있음.(눈 맞춤은 없음)
-4	깊은 진정	목소리에는 반응이 없음. 신체적 자극에 움직이거나 눈을 뜰 수 있음.
-5	무의식	목소리나 신체적 자극에 전혀 반응이 없음.

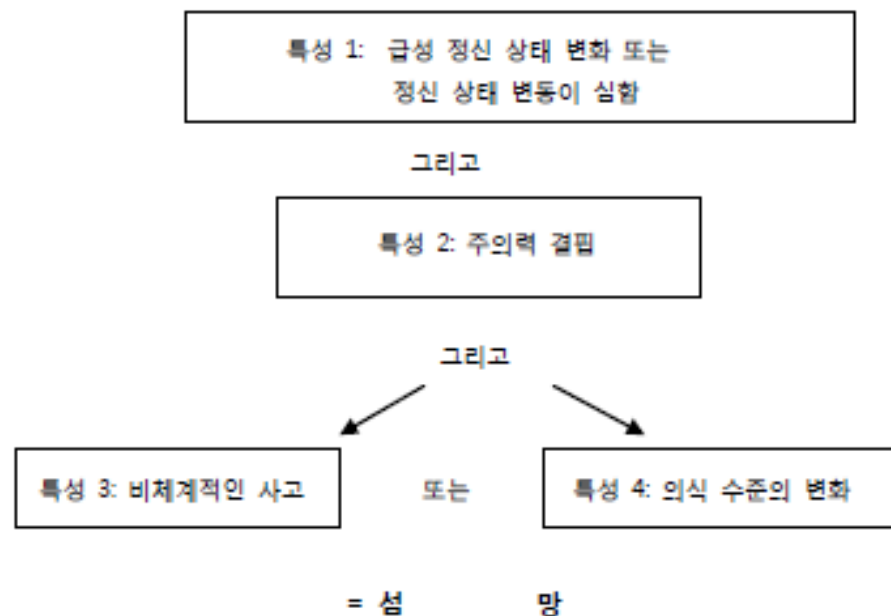
RASS -4,-5 이면 평가를 중지하고, 차후에 다시 평가함.

RASS -3 이상이면(-3 에서 +4) 2 단계로 진행.

*Sessler, et al. AJRCCM 2002;166:1338-1344

*Ely, et al. JAMA 2003;289:2983-2991

이단계: 섬망 상태 평가



CAM-ICU 평가표

ID: _____ 성명: _____
 MICU 입원일: _____년 _____월 _____일
 진단명: _____
 평가일: _____년 _____월 _____일
 평가 시작 시각: _____시 _____분 (오전, 오후)
 평가 종료 시각: _____시 _____분
 평가자: _____ (인)

특성1: 급성으로 발생하였거나, 계속 변화하는 경과인가? 1A 또는 1B 항목에 대해 "예"이면 양성	양성	음성
1A: 현재 의식 상태가 기존의 그것과 다른가? 1B: 환자의 의식 상태가 RASS, GCS 또는 이전의 심양 평가에 따른 결과가 지난 24시간 동안 변화가 있는가?	예	아니오
특성2: 주의력 결핍. 2A 또는 2B 항목이 8점 미만일 때 양성임. 글자를 통한 주의력 검사를 먼저 시행하고 환자가 이검사를 수행할 수 있고 점수가 명확할 때에는 이 점수를 기록하고 특성 3으로 넘어간다. 환자가 글자를 통한 검사를 시행할 수 없거나 사용한 검사에서 점수가 명확하지 않은 경우에는 그림을 통한 주의력 검사를 시행하고 두 가지 검사를 모두 시행한 경우에는 그림으로 시행한 검사 점수를 기록한다.	양성	음성
2A: 글자를 이용한 주의력 검사 (시행 못한 경우 NT로 기록) 방법: 환자에게 "제가 지금부터 10개의 글자들을 순서대로 읽어드릴 것입니다. 이 중 '아' 란 글자가 들리면 제 손을 꼭 쥐어서 알려주세요" 라고 말하라. 다음 글자들을 일정한 톤으로 읽어준다. 사 아 바 에 아 하 아 아 라 타 재정: "아"라고 했을 때 환자가 반응이 없거나 다른 글자에서 시험자의 손을 쥐었을 때 점수를 주지 않는다. 빠르게 반응한 각각의 점수를 더한다.	점수(10점 중) _____	
2B: 그림을 이용한 주의력 검사(시행 못한 경우 NT 로 기록) 방법은 그림 테스트 부분에 있음.	점수(10점 중) _____	
특성3: 비체계적인 사고	양성	음성

점수가 4점 미만이면 양성		
3A: 예/아니오로 대답하세요 (A형 또는 B형 중 한가지를 선택하여 사용, 매일 시행하게 되는 경우는 A형과 B형을 교대로 사용한다. 예를 들어 Day 1은 Set A, Day 2 는 Set B, Day 3 은 Set A 등의 방식으로.)	합산점수(3A+3B) _____ (총 5점)	
Set A	Set B	
1. 돌이 돌 위에 돌 수 있나요?	1. 나뭇잎이 돌 위에 돌 수 있나요?	
2. 바다에는 물고기가 사나요?	2. 바다에는 코끼리가 사나요?	
3. 1Kg 이 2Kg 보다 무거운가요?	3. 2kg 이 1kg보다 무거운가요?	
4. 못을 칠 때 망치를 쓸 수 있나요?	4. 나무를 자르는데 망치를 쓸 수 있나요?	
점수 _____ (각각 정답을 맞을 때 1점씩 획득, 총 4점)		
3B: 따라하세요 환자에게 다음과 같이 말한다."손가락을 이만큼 펴보세요(시험자는 환자 앞에서 두 손가락을 펴본다.)" "이제 다른 쪽 손으로 똑 같이 펴보세요"(손가락 숫자를 반복하지 않는다.) "만일 환자가 양 팔을 움직일 수 없다면 두 번째 질문은 "손가락을 하나 더 펴보세요"로 대체함. 점수 _____ (두 가지 명령을 모두 성공적으로 수행하면 1점 획득)		
특성4: 의식 수준의 변화 RASS 점수가 0점 이외에는 모두 양성	양성	음성
최종 CAM-ICU(특성 1과 2, 그리고 특성 3또는 4이 존재)	양성	음성

Copyright© 2002, E. Wesley Ely, MDMPH and Vanderbilt University, all rights reserved

주의력 검사 - 청각 및 시각

A. 청각을 이용한 주의력 검사

방법: 환자에게 다음과 같이 말한다. "제가 이제 10개의 글자들을 순서대로 읽어드릴 것입니다. 이 중 '아' 란 글자를 들으면 제 손을 꼭 쥐어서 알려주세요" 이후 다음 10개의 글자들을 일정한 속도로 (ICU 자체의 소음 속에서도 충분히 들릴 수 있는 정도 크기로), 초당 한글자의 속도로 읽어준다.

사 아 바 예 하 아 아 라 타

채점: "아"라고 했을 때 환자가 반응이 없거나 다른 글자에서 시험자의 손을 쥐었을 때 점수를 주지 않는다.

필요하다면 4-5개의 "아" 를 포함하는 다른 10글자의 배열을 이용하여 연속적인 일자에 검사할 수 있다.

B. 시각을 이용한 주의력 검사

*** 그림판 A,B 를 참조하세요.

일단계: 5개의 그림

방법: 환자에게 다음과 같이 설명한다. "____환자분, 제가 이제부터 몇 가지 흔한 물건들을 그림으로 보여드릴 것입니다. 주의 깊게 보시고 각 그림들을 기억하도록 하세요. 제가 보여드린 그림에 대해서 질문을 할 것입니다." 그리고 나서 그림판 A형 또는 B형을 보여주고 각 그림마다 3초간 보여준다. 반복적인 평가가 필요하다면 일별로 그림판 종류를 그대로 사용하여 진행한다.

이단계: 10개의 그림

방법: 환자에게 다음과 같이 설명한다. "이제부터 더 많은 그림들을 보여 줄 것입니다. 이 중 일부는 이전에 이미 보았던 그림들이고 환자에게 "이제 제가 그림을 좀더 보여 드릴게요. 몇 개는 먼저 보신 거고 몇 개는 처음 보시는 겁니다. 먼저 보신 그림인지 아닌지 고개를 끄덕이거나 고개를 저어서 알려주세요"(고개를 끄덕이거나 젓는 예시를 보여줌) 라고 말한다. 그런 후에 10개의 그림(5개의 새로운 그림과 5개의 반복되는 그림)을 각각 3초간 보여준다 (A형이나 B형의 2단계, 위의 1단계에서 어떤 형을 사용했는가에 따라 같은 형을 사용)

채점: 이 테스트는 2단계에서 예 또는 아니오로 대답한 정답의 개수에 의해 채점된다(10

점 만점) 나이가 많은 환자들이 잘 볼 수 있게 하기 위해, 그림은 가로 6인치 세로 10인치 크기의 담황색 색상에 출력하고 무광택 코팅을 함.

주의: 만약 환자가 안경을 착용한다면, 시각적 ASE를 수행할 때 안경을 착용하는지 반드시 확인한다.

Functional Status Score for the ICU (FSS-ICU)

- five functional tasks 8 point scale from 0 (not able to perform) to 7 (complete independence)
- Total score ranges from 0 to 35, higher scores indicating better physical functioning
- Minimum important difference of 2.0-5.0

functional tasks	Score	Definition ^a
rolling	0	Unable to attempt or complete task due to weakness
transfer from supine to sit	1	Complete dependence
sitting at the edge of bed	2	Maximal assistance (patient performing $\leq 25\%$ of work)
transfer from sit to stand	3	Moderate assistance (patient performing 26% - 74% of work)
walking	4	Minimal assistance (patient performing $\geq 75\%$ of work)
	5	Supervision only
	6	Modified independence
	7	Complete independence

Reliability and validity of the Korean version of the Functional Status Score for the ICU after translation and cross-cultural adaptation

Jong Geol Do^{a*}, Gee Young Suh^{b*}, Yu Hui Won^c, Won Hyuk Chang^d, Stephanie Hiser^{e,f}, Dale M. Needham^{e,f,g} and Chi Ryang Chung^b

Korean Version of Functional Status Score for the Intensive Care Unit (FSS-ICU)

이름	평가 일시 (년/월/일)	Time (HH:MM -24hr)

개요

FSS-ICU는 수행하기가 쉽고, 검증된 평가도구로 5가지 기능적 과제 항목으로 구성됩니다. 각 점수에 필요한 도움의 수준에 따라 7점 척도를 이용하여 점수를 매기게 됩니다. 5가지 기능적 과제는 구르기/누운자세에서 앉기/앉은 자세에서 일어르기/침대가장자리에 걸터앉기/걸기로 구성되어 있습니다.

1. 평가를 위한 일반 지침

- 중환자실 기능 상태 점수(FSS-ICU)는 환자의 신체 수행 능력만을 평가하는 데 사용해야 합니다. 평가자는 의료 기기 또는 장비 관리 뿐만 아니라, 환자 감시 장치 감독을 할 수 있습니다. 환자의 신체 수행 능력을 평가할 때 평가자의 도움을 고려해서는 안 됩니다.
- 달리 명시되지 않는 한 (즉, 2 명의 평가자를 허용하는 걸기 및 휠체어 이동 점수 측정), 중환자실 기능 상태 점수(FSS-ICU)의 채점은 주어진 과제마다 환자를 신체적으로 돕거나 감독하는 평가자 단 한 명을 기반으로 해야 합니다. 환자를 돕기 위한 환자 리프트 장치를 사용하지 않고 중환자실 기능 상태 점수(FSS-ICU)의 채점을 수행해야 합니다.
- 채점은 평가자가 과거에 환자가 완료한 것으로 목격하거나 환자가 수행할 수 있을 것으로 기대하는 것이 아니라 검사가 진행되는 세션에서 수행되는 것을 기반으로 해야 합니다.

2. 채점을 위한 구체적 지침

- 다음에 설명하는 각 항목에 대해서 아래 표에 점수를 옮겨 적어주십시오. 각 항목은 각각 최저 0점에서 최고 7점으로 구성되어 있습니다. "총점"은 1번부터 5번까지의 합계이며 최저 0점에서 최고 35점입니다.
- 만약 평가 중 쇠약이 아닌 다른 이유(예를 들어, 환자가 거부하거나 환자가 사용하는 의료장비로 인해 수행할 수 없는 경우)로 검사를 수행할 수 없다면 다음의 방법에 따라 점수를 부여하십시오.
 - 1) 만약, 위와 같은 이유들로 인하여 2개 이하의 항목을 검사하지 못하는 경우, 나머지 항목들의 평균 점수를 하나 또는 둘의 미 검사 항목에 기입할 수 있습니다. 또한, 총점을 계산할 수 있습니다. 평균 점수는 소수점 첫번째에서 반올림하여 정수로 기입합니다.
 - 2) 만약, 위와 같은 이유들로 인하여 2개 항목을 초과하여 검사하지 못하는 경우, 검사를 마친 항목만 점수를 부여하고, 총점은 계산할 수 없습니다.

평가항목	점수
1. 구르기	
2. 누운 자세에서 앉기	
3. 앉은 자세에서 일어르기	
4. 침대가장자리에 걸터앉기	
5. 걸기	
총점	

1. 구르기

환자는 침대에서 몸을 구를 때 다른 사람이나 도구의 도움이 필요하였습니까?

[참고: 침대는 환자에게 안전하게 가능한 평평하게 하십시오]

아니오	환자가 침대 난간이나 다른 도구를 이용하지 않고 스스로 몸을 구를 수 있습니까?	<input type="checkbox"/> 7
	환자가 혼자서 몸을 구르기 위해서 침대 난간이나 잡아당길 도구를 이용해야 합니까?	<input type="checkbox"/> 6
예	환자가 몸을 구르기 위해서 물리적 도움은 필요 없으나 (필요하면 환자가 침대 난간이나 잡아당길 도구를 사용 가능), 행동을 유도하거나 격려가 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 5
	환자가 몸을 구르기 위해서 최소의 도움 (환자가 동작의 75% 이상을 수행할 수 있는 경우로 정의)만 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 4
	환자가 몸을 구르기 위해서 중등도의 도움 (환자가 동작의 26%-74%를 수행할 수 있는 경우로 정의)이 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 3
	환자가 몸을 구르기 위해서 최대의 도움 (환자가 동작의 25% 이하를 수행할 수 있는 경우로 정의)이 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 2
	환자가 전적으로 의존적이거나 몸을 구르는 것에 전혀 도움을 주지 못합니까 (구르기 동작은 완료하였지만, 결국 환자는 도움을 받을 수 없는 경우)?	<input type="checkbox"/> 1
	환자가 시도조차 불가능하거나, 쇠약으로 인하여 동작을 완료하는 것이 불가능합니까?	<input type="checkbox"/> 0
	만약, 쇠약이 아닌 다른 이유 (환자의 거부, 의료장비로 인한 제한)로 검사를 수행할 수 없었다면 점수를 부여하지 마십시오.	<input type="checkbox"/>

2. 누운자세에서 앉기

환자는 누워 있는 자세에서 일어나 앉을 때 다른 사람이나 잡아당길 도구의 도움이 필요하였습니까?

[참고: 침대는 환자 상태가 안전할 수 있는 범위 내에서 가능한 평평한 상태로 유지하십시오]

아니오	환자가 침대 난간이나 다른 물체를 잡지 않고 혼자서 누운 자세에서 앉은 자세로 바꿀 수 있습니까?	<input type="checkbox"/> 7
	환자가 혼자서 누운 자세에서 앉은 자세로 바꿀 수는 있지만 침대 난간을 이용하거나 잡아당길 다른 물체가 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 6
예	환자가 누운 자세에서 앉은 자세로 바꾸기 위해서 물리적 도움은 필요 없으나 (침대 난간이 필요하면 환자 스스로 지탱하기 위해 다른 물체를 사용 가능), 행동을 유도하거나 격려가 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 5
	환자가 누운 자세에서 앉은 자세로 바꾸기 위해서 최소의 도움 (환자가 동작의 75% 이상을 수행할 수 있는 경우로 정의)만 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 4
	환자가 누운 자세에서 앉은 자세로 바꾸기 위해서 중등도의 도움 (환자가 동작의 26%-74%를 수행할 수 있는 경우로 정의)이 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 3
	환자가 누운 자세에서 앉은 자세로 바꾸기 위해서 최대의 도움 (환자가 동작의 25% 이하를 수행할 수 있는 경우로 정의)이 필요합니까?	<input type="checkbox"/> 2
	환자가 전적으로 의존적이거나 도움 없이는 누운 자세에서 앉기 동작을 할 수 없습니까 (결국 환자는 눕기에서 앉은 자세로 완료하였지만, 도움 없이는 전혀 불가능한 경우)?	<input type="checkbox"/> 1
	환자가 시도조차 불가능하거나, 쇠약으로 인하여 동작을 완료하는 것이 불가능합니까?	<input type="checkbox"/> 0
	만약, 쇠약이 아닌 다른 이유 (환자의 거부, 의료장비로 인한 제한)로 검사를 수행할 수 없었다면 점수를 부여하지 마십시오.	<input type="checkbox"/>

ICU mobility scale

- measuring the maximum level of mobility of adult patients in the ICU
- advantage : more levels of mobilization, level of assistance required for ambulation

Table 1
ICU Mobility Scale.

	Classification	Definition
0	Nothing (lying in bed)	Passively rolled or passively exercised by staff, but not actively moving
1	Sitting in bed, exercises in bed	Any activity in bed, including rolling, bridging, active exercises, cycle ergometry and active assisted exercises; not moving out of bed or over the edge of the bed
2	Passively moved to chair (no standing)	Hoist, passive lift or slide transfer to the chair, with no standing or sitting on the edge of the bed
3	Sitting over edge of bed	May be assisted by staff, but involves actively sitting over the side of the bed with some trunk control
4	Standing	Weight bearing through the feet in the standing position, with or without assistance. This may include use of a standing lifter device or tilt table
5	Transferring bed to chair	Able to step or shuffle through standing to the chair. This involves actively transferring weight from one leg to another to move to the chair. If the patient has been stood with the assistance of a medical device, they must step to the chair (not included if the patient is wheeled in a standing lifter device)
6	Marching on spot (at bedside)	Able to walk on the spot by lifting alternate feet (must be able to step at least 4 times, twice on each foot), with or without assistance
7	Walking with assistance of 2 or more people	Walking away from the bed/chair by at least 5 m (5 yards) assisted by 2 or more people
8	Walking with assistance of 1 person	Walking away from the bed/chair by at least 5 m (5 yards) assisted by 1 person
9	Walking independently with a gait aid	Walking away from the bed/chair by at least 5 m (5 yards) with a gait aid, but no assistance from another person. In a wheelchair bound person, this activity level includes wheeling the chair independently 5 m (5 years) away from the bed/chair
10	Walking independently without a gait aid	Walking away from the bed/chair by at least 5 m (5 yards) without a gait aid or assistance from another person

Rehabilitation in ICU

Safety screening

- Most patients receiving mechanical ventilation
 - Prior to participation
- 1. physiologic and hemodynamic stability**
 - 2. adequate ventilation**
 - 3. interruption of sedation**
 - 4. management of delirium**

Screening

- Exclusion criteria

- MAP <65 mm Hg or >110 mm Hg
- SBP >200 mm Hg
- HR <40/min or >130/min
- RR <5/min or >40/min
- SpO₂ < 88%

- Additional exclusion

- Raised intracranial pressure
- active GI blood loss
- active myocardial ischaemia
- continuing procedures including intermittent haemodialysis (but not including continuous ultrafiltration or haemodialysis)
- patient agitation that needed increased sedative administration in the past 30 min
- unsecure airway

Safety issue

- 7546 critically ill patients and 22,351 rehabilitation sessions
- 583 safety events- cumulative incidence of 2.6%

Table 2. Potential safety events

Type of Potential Safety Events	No. of Studies, Reporting these Events (%)	No. of Patients	No. of Mobilization/ Rehabilitation Sessions	No. of Reported Events (% of Mobilization/ Rehabilitation Sessions)
Fall	27 (57)	5,972	16,342	11 (0.07)
Endotracheal tube removal	28 (58)	6,303	17,148	2 (0.01)
Intravascular catheter event*	31 (65)	6,134	16,397	35 (0.2)
Other catheter or tube removal	25 (52)	4,959	15,761	15 (0.09)
Cardiac arrest	26 (54)	5,830	14,438	4 (0.03)
Hemodynamic changes	33 (69)	6,593	18,083	126 (0.7)
Desaturation [†]	33 (69)	5,753	16,487	78 (0.5)
Other [‡]	32 (67)	6,579	17,132	312 (1.8)

- Early mobilization and physical rehabilitation of critically ill patients appears to be safe, with a low risk of potential safety events.
- Safety events that resulted in additional consequences for patient management were very rare.

Withhold mobility intervention

- When decline in hemodynamic or ventilatory status occurs,
 - hypoxia with frequent desaturations below 88%
 - hypotension (mean arterial pressure 65 mm Hg),
 - administration of a new pressor agent
 - new documented myocardial infarction by electrocardiogram and enzyme changes
 - dysrhythmia requiring the addition of a new antiarrhythmic agent,
 - increase in the positive end-expiratory pressure on the ventilator
 - change to assist control mode once in a weaning mode
- Once withheld → re-evaluation next day

Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial

William D Schweickert, Mark C Pohlman, Anne S Pohlman, Celerina Nigos, Amy J Pawlik, Cheryl L Esbrook, Linda Spears, Megan Miller, Mietka Franczyk, Deanna Deprizio, Gregory A Schmidt, Amy Bowman, Rhonda Barr, Kathryn E McCallister, Jesse B Hall, John P Kress

Lancet 2009; 373: 1874–82

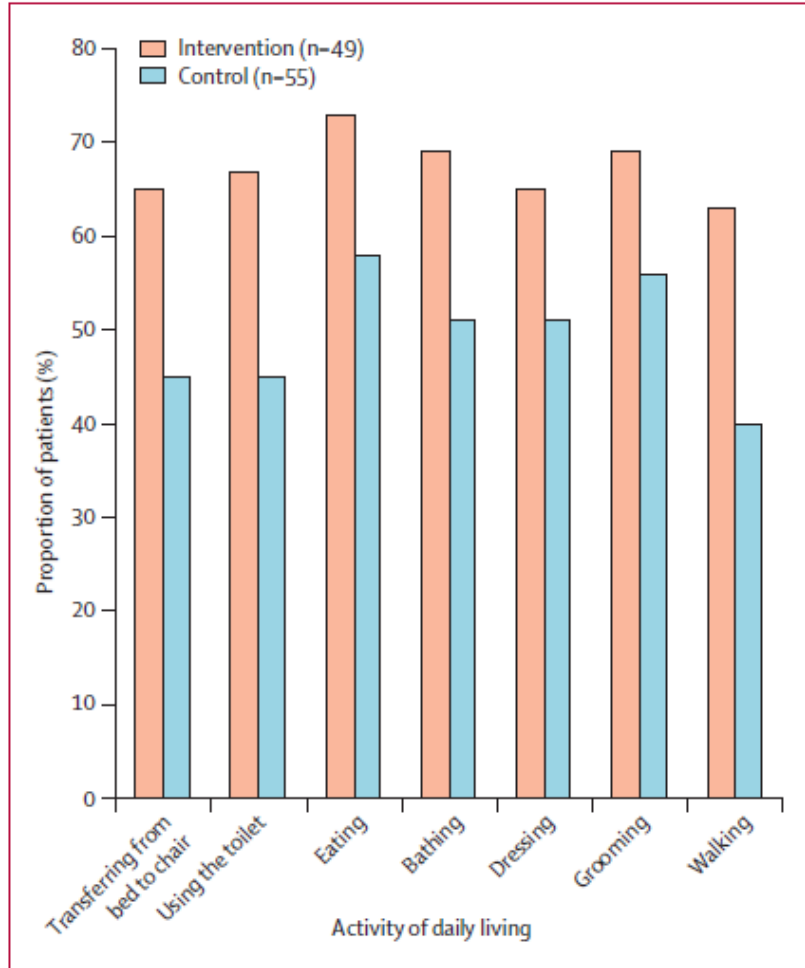


Figure 3: Proportion of patients able to perform activities of daily living and to walk independently at hospital discharge

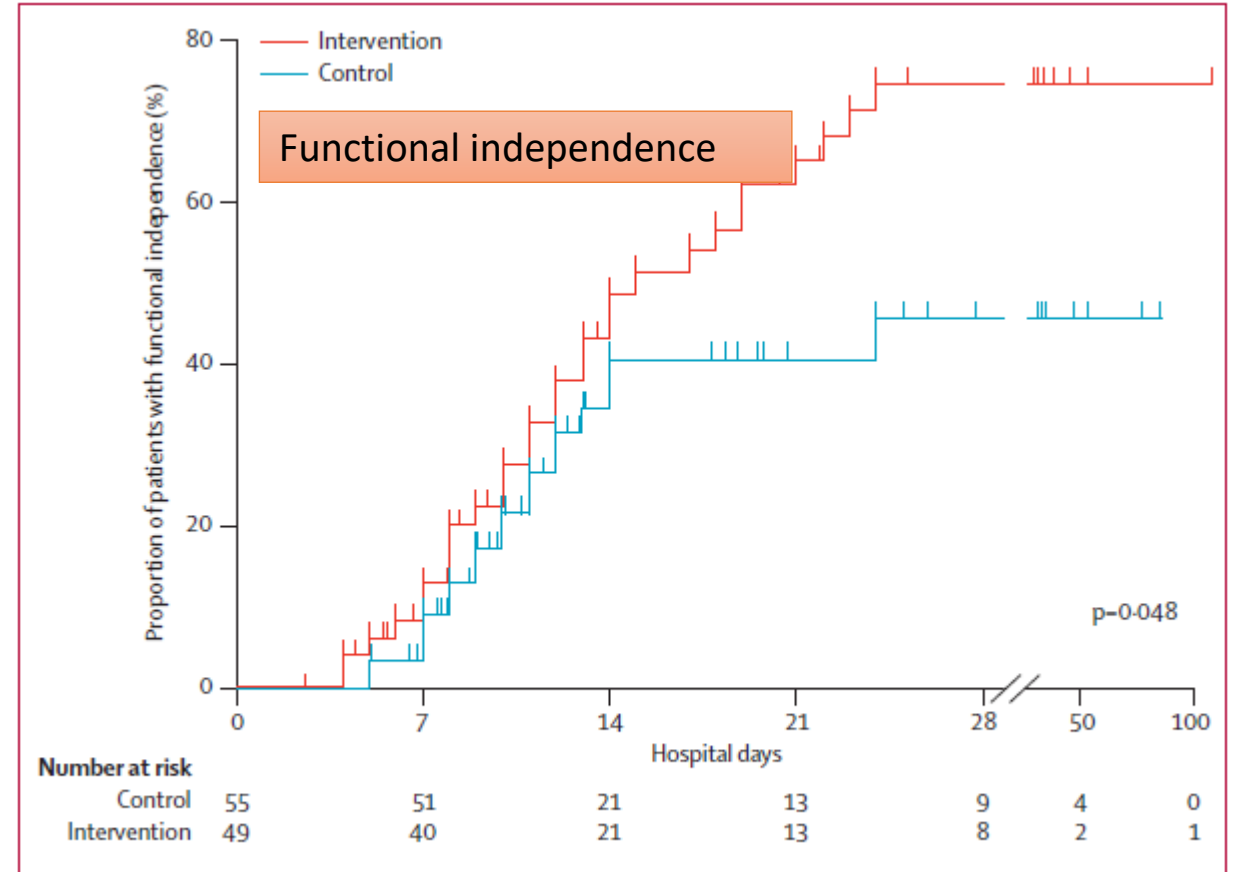


Figure 2: Probability of return to independent functional status in intervention and control groups

Effect of Early Mobilization

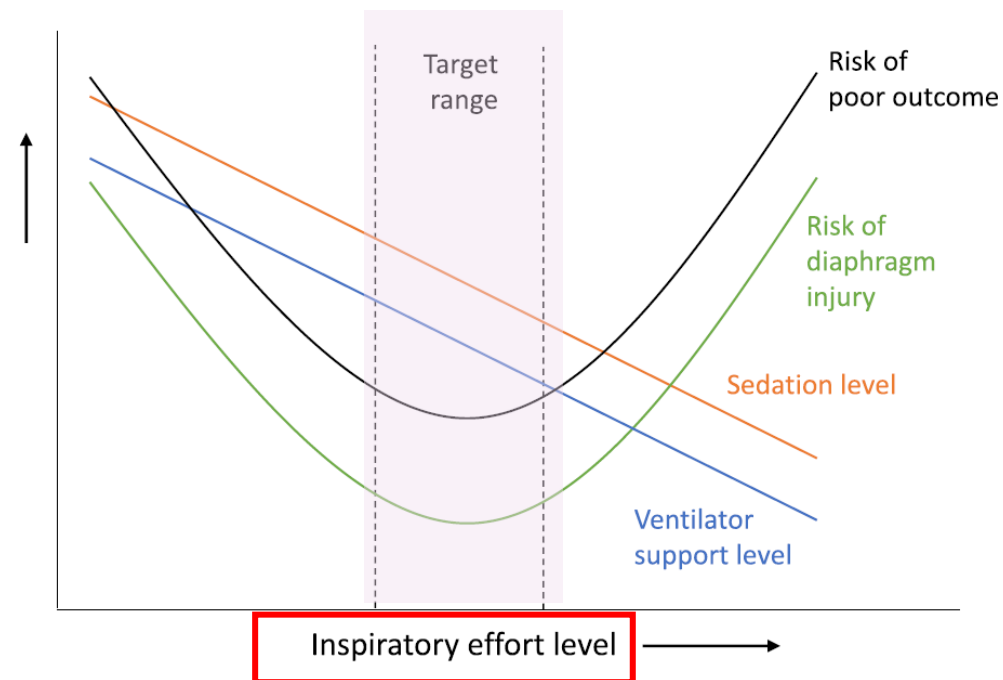
- Fourteen studies, a total of 1753 patients, 2017
- greater muscle strength (body function) at ICU discharge as measured using the Medical Research Council Sum Score (mean difference 8.62 points, 95% confidence interval (CI) 1.39–15.86)
- greater probability of walking without assistance (activity limitation) at hospital discharge (odds ratio 2.13, 95% CI 1.19–3.83)
- more days alive and out of hospital to day 180 (participation restriction) (mean difference 9.69, 95% CI 1.7–17.66)
- no impact on short- or long-term mortality ($p > 0.05$)
- no consistent effects on function, quality of life, ICU or hospital length of stay, duration of mechanical ventilation or discharge

Effect of Early Mobilization

- 23 RCTs, 2308 patients, systematic review and meta-analysis, 2019
 - Decrease incidence of ICUAW at hospital discharge
 - Increase number of patients who can stand
 - Increase number of ventilator free days during hospitalization
 - Increase distance of walking unassisted at discharge
 - Increase discharged to home rate
 - Not significant adverse events increase

Treatment of respiratory muscle weakness

- Diaphragm-protective mechanical ventilation
 - Optimizing load on the diaphragm (not too little and not too much) might prevent diaphragm injury and accelerate liberation from MV



Treatment of respiratory muscle weakness

- Respiratory muscle rehabilitation and inspiratory muscle training
- Inspiratory muscle training
 - Transiently increased inspiratory load to respiratory muscles using flow resistance or threshold loading
 - Require the patient to generate sufficient inspiratory pressure to reach a set threshold before inspiratory flow commences
- Effect of
 - Significant improvement in maximum inspiratory pressure
 - Improvement in the likelihood of weaning
 - Reduction in the duration of stay

Inspiratory muscle training for intensive care patients: A multidisciplinary practical guide for clinicians

- Patient selection

ICU PATIENT INVASIVELY VENTILATED > 7 days:

Consider Inspiratory Muscle Training if

VENTILATOR-DEPENDENT:

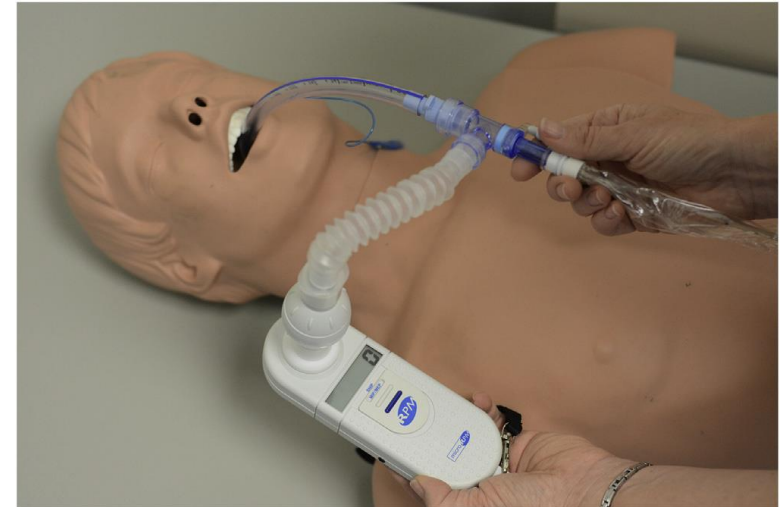
- Alert and co-operative
- PEEP ≤ 10 cmH₂O
- FiO₂ < 0.60
- RR < 25
- Able to trigger spontaneous breaths on ventilator

RECENTLY WEANED* FROM INVASIVE VENTILATION:

- Alert and co-operative
- Capable of lip seal around mouth piece OR have a tracheostomy in situ
- FiO₂ < 0.60
- RR < 25

- MIP measure

- inhale as forcefully as possible from residual volume
- Repeated 3 times



Inspiratory muscle training for intensive care patients: A multidisciplinary practical guide for clinicians

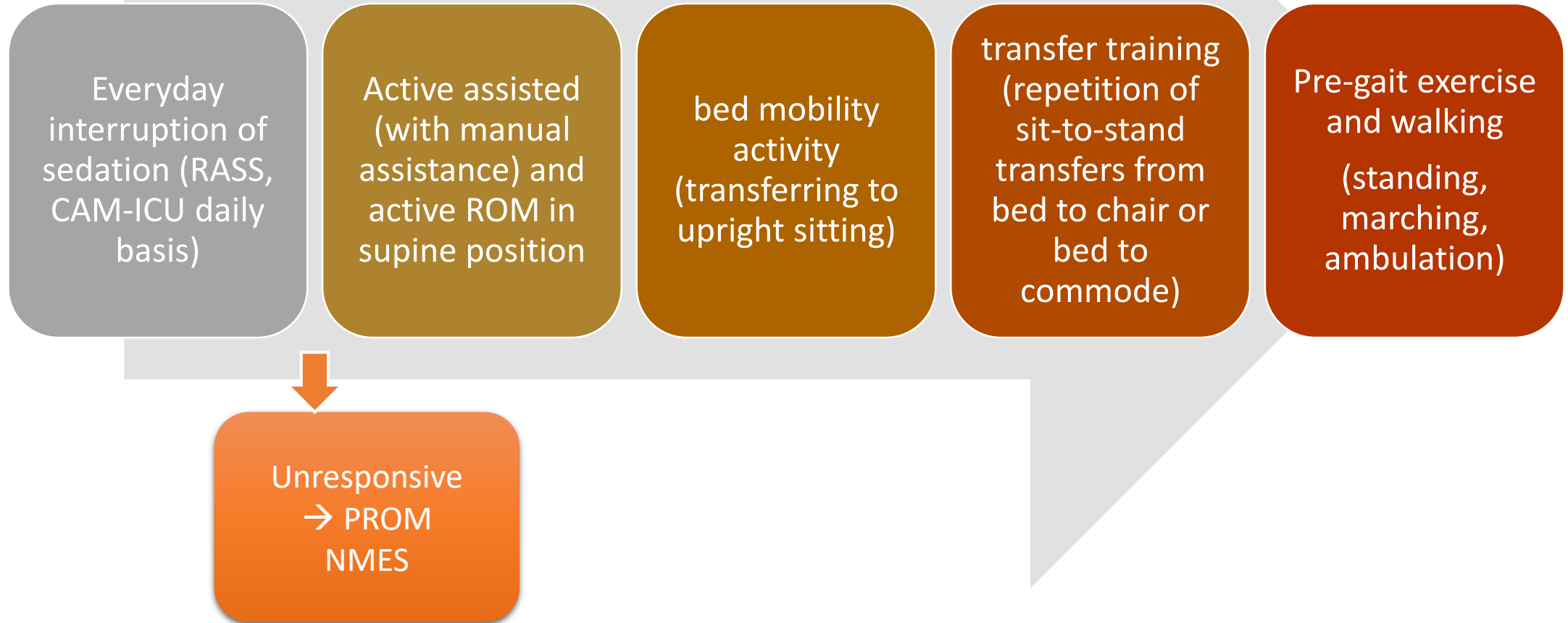
- Use threshold device to provide loading stimulus (for reproducibility of the patient's efforts, facilitating accurate titration of IMT pressures)
- IMT pressure ranging between 9 and 41 cmH₂O



• **Training protocol**

- To maximize benefits and minimize distress, high intensity low-repetition approach
- Intensity of **at least 50% of MIP** is well tolerated
- **5 sets of six breath daily (rest on weekend), normal ventilatory support between sets for adequate rest and recovery (usually 1-2 min)**
- Intensity titration upward to highest tolerated level where patient can just complete the 6th breath in a set of six breaths

Physical therapy intervention



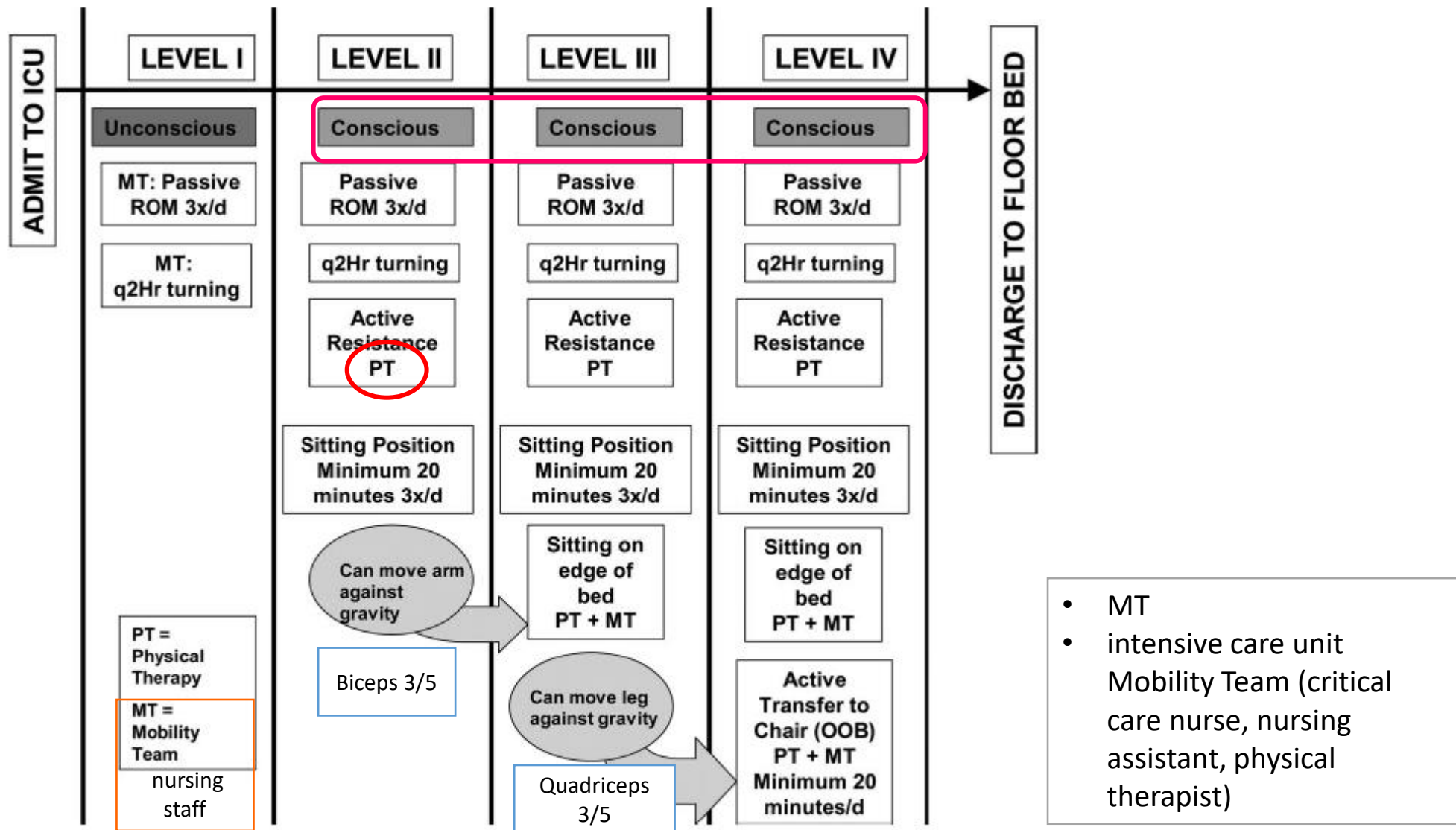
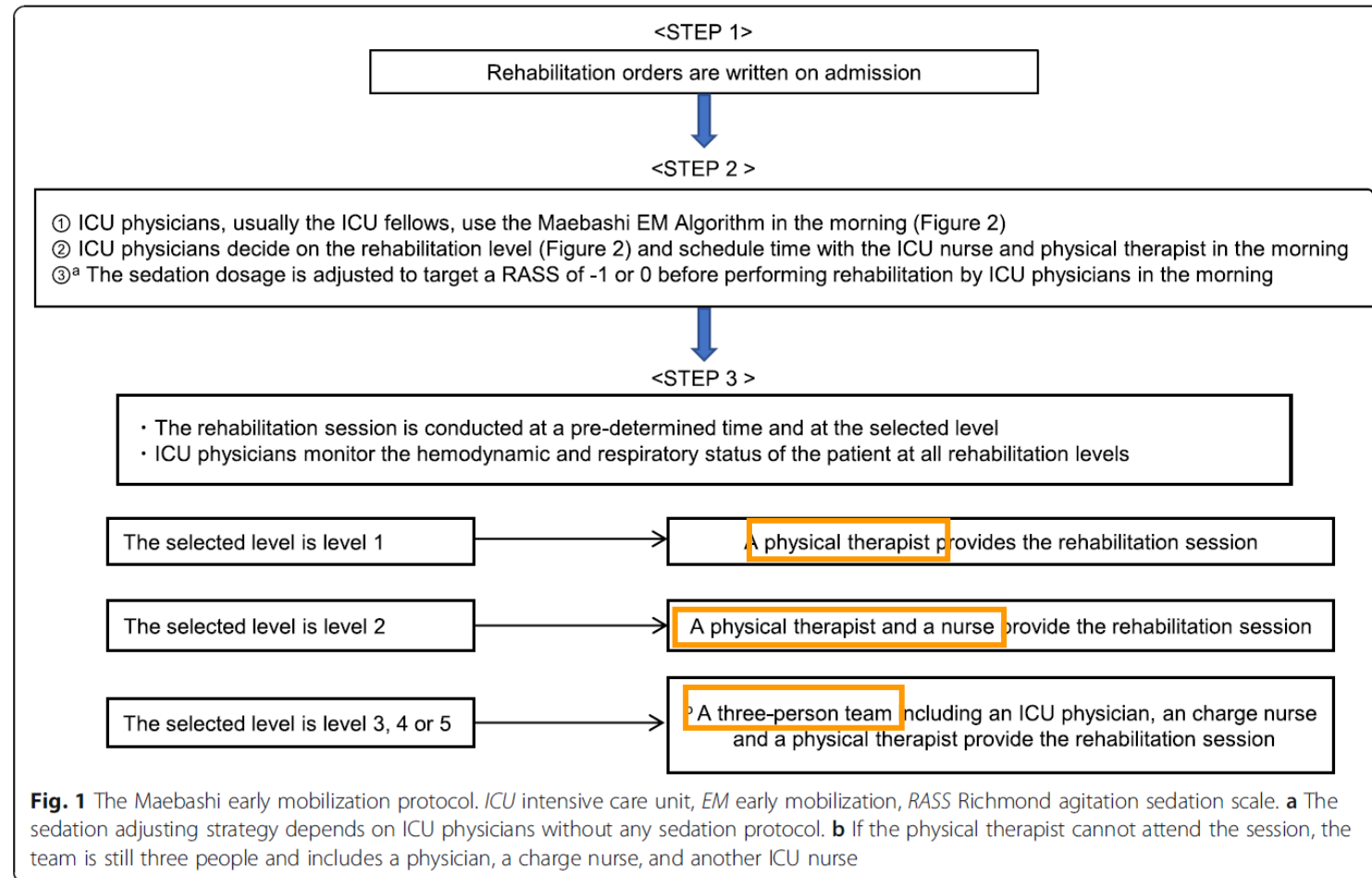


Figure 1. Passive range of motion therapy (*PROM*) started on day 1 of Protocol (level I). As patients demonstrated consciousness and increased strength (see circles with arrows above), they were moved to the next higher level. Physical therapy (*PT*) would be first attempted at level II. The Protocol's intervention ceased as a patient was transferred to a floor bed and then the patient within both "Protocol" and "Usual Care" groups would receive usual care mobility therapy (*MT*) as dictated by the floor physician teams. *ICU*, intensive care unit; *OOB*, out of bed.

Maebashi EM protocol



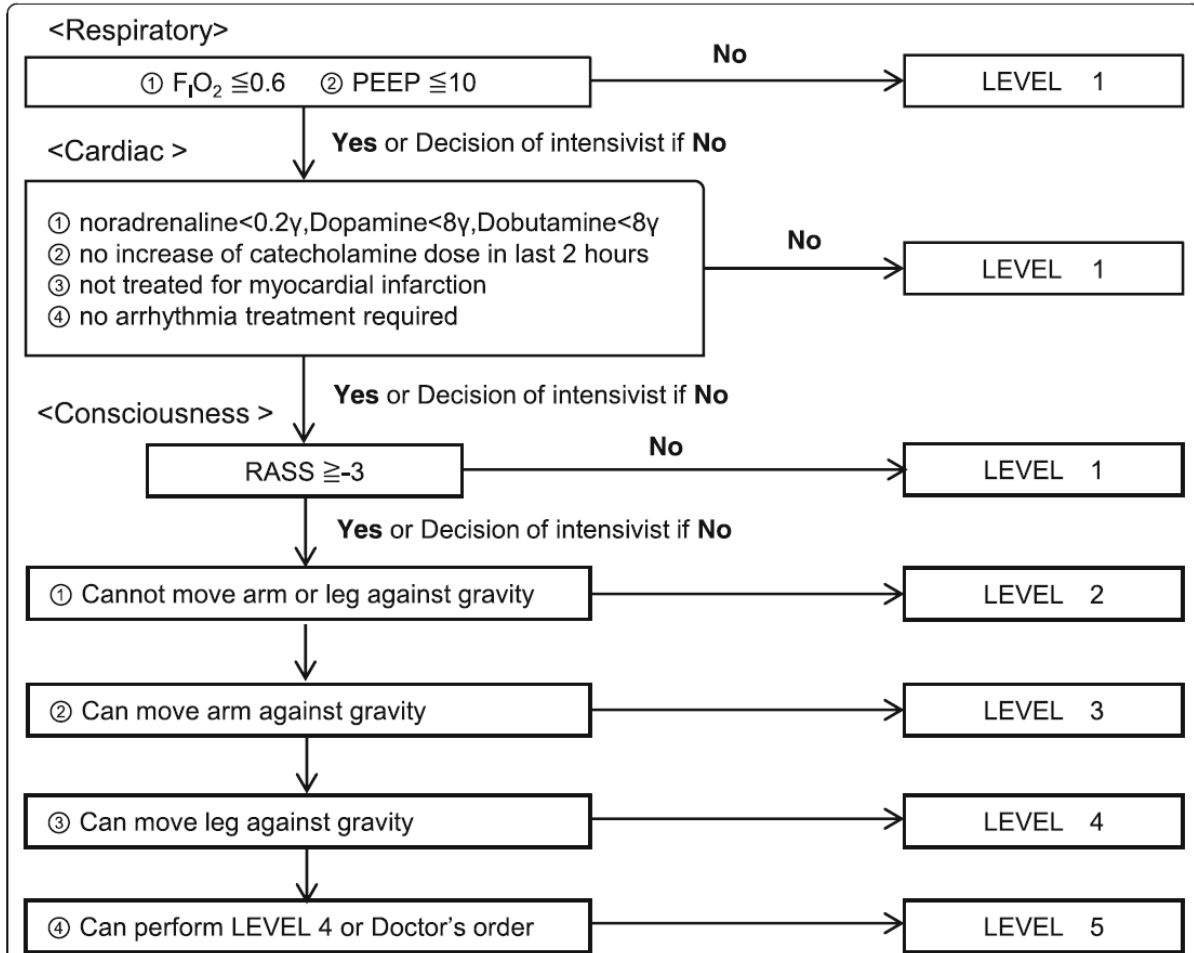


Fig. 2 The MaeBASHI Early Mobilization Algorithm: a flow chart, *PEEP* positive end-expiratory pressure, *RASS* Richmond agitation sedation scale. This is the MaeBASHI early mobilization protocol algorithm. ICU physicians have to decide the mobilization level according to the algorithm every day. The contents of the mobilization level is as follows: level 1: no mobilization, bed exercise such as passive range of motion and passive transfer to chair; level 2: sitting position in bed, including using cycling ergometer and active range of motion; level 3: sitting on edge of bed; level 4: active transfer to chair; level 5: standing, stepping in place, and ambulating

5 Level

(1) no mobilization or bed exercise

(2) sitting position

in bed, including using a cycling ergometer and active range of motion

(3) sitting on the edge of the bed,

(4) active transfer to the chair,

(5) standing, stepping in place, or ambulating.

Optimal timing

- Early mobilization은 critical illness로 인한 severe muscles wasting이 생기기 이전에 조기에 시작하는 것이 더 효율적임. 일부 EM이 효과 없었던 연구들의 경우 ICU 입실 후 치료 시작시기가 늦어진 경우가 많음.
- 조기에 재활을 시작할 수록 sedation을 줄여 섬망가능성을 낮출 수 있고 추후 기능회복의 가능성이 높음.
- Severe ARDS, high PEEP, refractory shock 과 같은 상황에서는 조기재활을 시작하기 어렵지만 현재까지의 문헌에서 중환자 조기재활치료는 안전하며 심각한 부작용이 거의 없으므로 재활 시작 선별기준과 종료기준이 명확하다면 조기에 할수록 효과적인 것으로 생각됨.
- ICU patients with sepsis (*2022 Journal of intensive care*)
 - EM defined as rehab from edge sitting to further
 - Mobilization within the first 3 days of ICU stay: associated with better outcome















