



## DES MPR Module 5

# Activité physique dans l'AVC : prescription, effets sur la plasticité cérébrale

Maxence Compagnat  
MCU PH de MPR  
CHU de Limoges



# L' Accident Vasculaire Cérébral

- Une personne ttes les 40 secondes aux USA : +25% depuis 2010 ; AVC 400 000 personnes en France ; 130 000 nvx cas par an  
→ 1ère cause de handicap acquis sévère

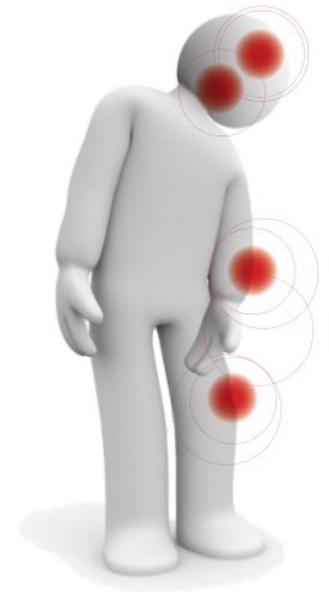
**Déficiences** : >50% : hémiparésie, spasticité, tbl cognitifs, tbl phasiques..

**Limitation d'activités** : 40% : habillage, toilette, déambulation..

**Restriction de participation** : >30% : perte d'autonomie, désocialisation...

## Comorbidités :

+75% pathologies cardiaques,  
20% à 40% insuffisance coronarienne silencieuse



*Rand et al 2009* : 40 AVC : peu déficients

- 80% du temps sur 24h au métabolisme de repos
- 58% inactifs (<142kcal/j)
- 18% conformes aux recommandations internationales

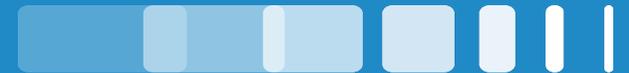
## DOUBLE FACTEUR FAVORISANT LA SURVENUE DE NOUVEL ÉVÈNEMENT CARDIO VASCULAIRE

**Taux de récurrence +++ : à 5 ans : *Dhamoon et al 2006***

- 24% chez les femmes
- 42% chez les hommes
- 18% sont fatals

# Spécificités de l'individu avec séquelles d'AVC

Particularités physiologiques, bio mécaniques et psycho comportementales



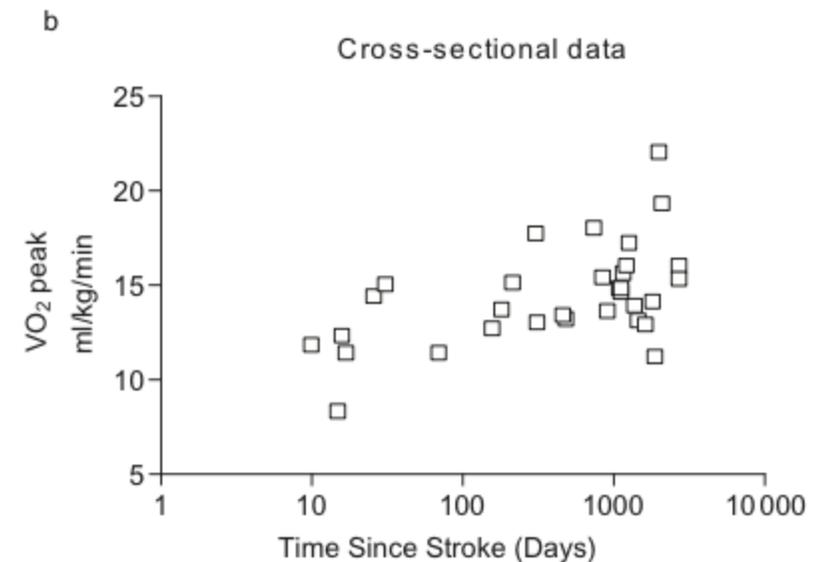
# Déconditionnement cardio respiratoire

**Smith et al 2012 : 1237 AVC**

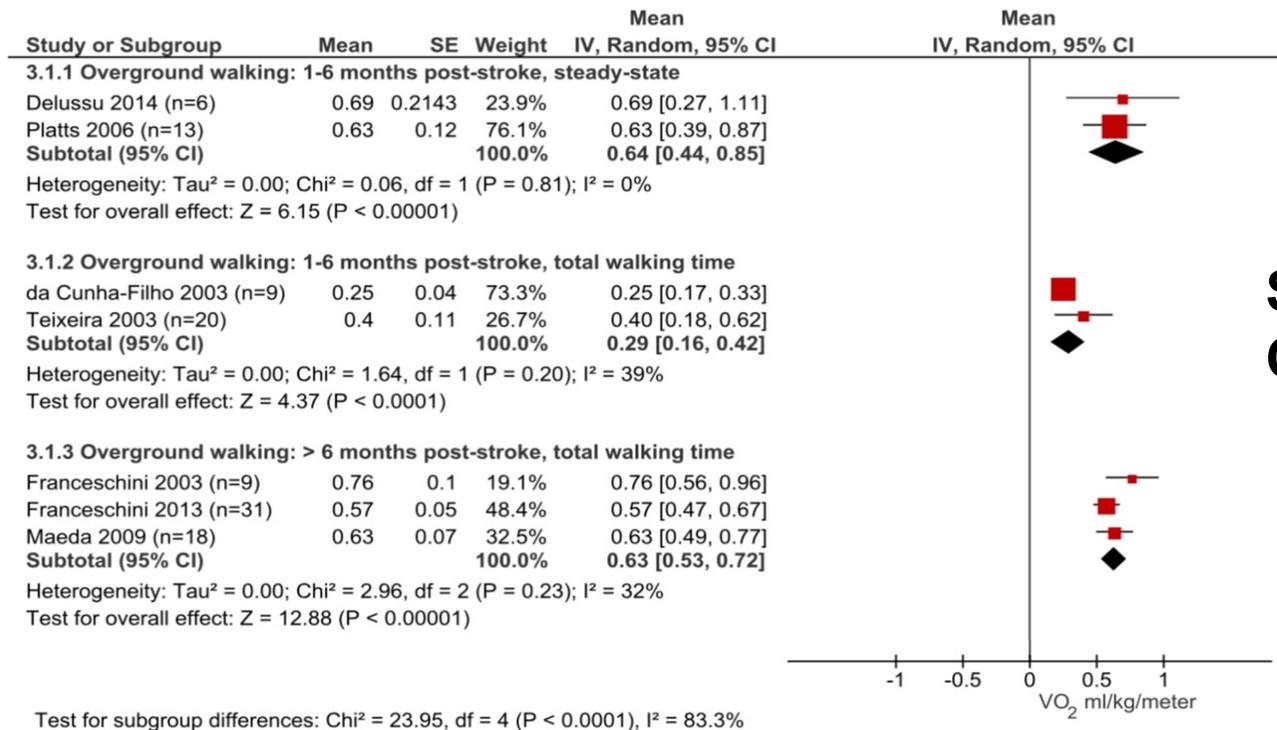
**VO<sub>2</sub> pic de 8 à 22 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>**

**→ Diminution de 26% à 87% ;**

**≈53%** par rapport aux sujets sains du même âge



## Majoration du Cout énergétique à la réalisation de la tâche du sujet avec séquelle d'AVC *Kramer et al 2014*



**Sujets sains :**  
**Cw = 0,09 – 0,13 ml.kg<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>**

- Dépression +++ : 40% a 1 an, **Astrom et al 2001**
- Fatigue :+++ : multifactorielle : 30 à 92% post AVC, **Duncan et al 2012**
- Peur de la chute : jusqu'à 88% des sujets **Watanabe et al 2005**
- Manque de motivation : présents chez env 37% des sujets **Rimmer et al 2008**
- Obstacles matériels, financiers.. : >50% **Rimmer et al 2008**

# Activité physique et post AVC



*Challenge* +++



# Les recommandations





## Recommandations (HAS 2008)

- Après un infarctus cérébral ou un AIT, une activité physique régulière d'au moins 30 minutes par jour, adaptée aux possibilités du patient, est recommandée.

# AHA/ASA Scientific Statement

## Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors



### Aerobic

- Large-muscle activities (eg, walking, graded walking, stationary cycle ergometry, arm ergometry, arm-leg ergometry, functional activities seated exercises, if appropriate
- 40%–70%  $\dot{V}O_2$  reserve or HR reserve; 55%–80% HR max; RPE 11–14 (6–20 scale)
- 3–5 d/wk
- 20–60 min/session (or multiple 10-min sessions)
- 5–10 min of warm-up and cool-down activities
- Complement with pedometers to increase lifestyle physical activity



## AHA/ASA Scientific Statement

# Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors



- 40%–70%  $\dot{V}O_2$  reserve or HR reserve; 55%–80% HR max; RPE 11–14 (6–20 scale)





HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

RECOMMANDER LES BONNES PRATIQUES

SYNTHESE

# La prescription d'activité physique adaptée (APA)

Validée par le Collège le 13 juillet 2022

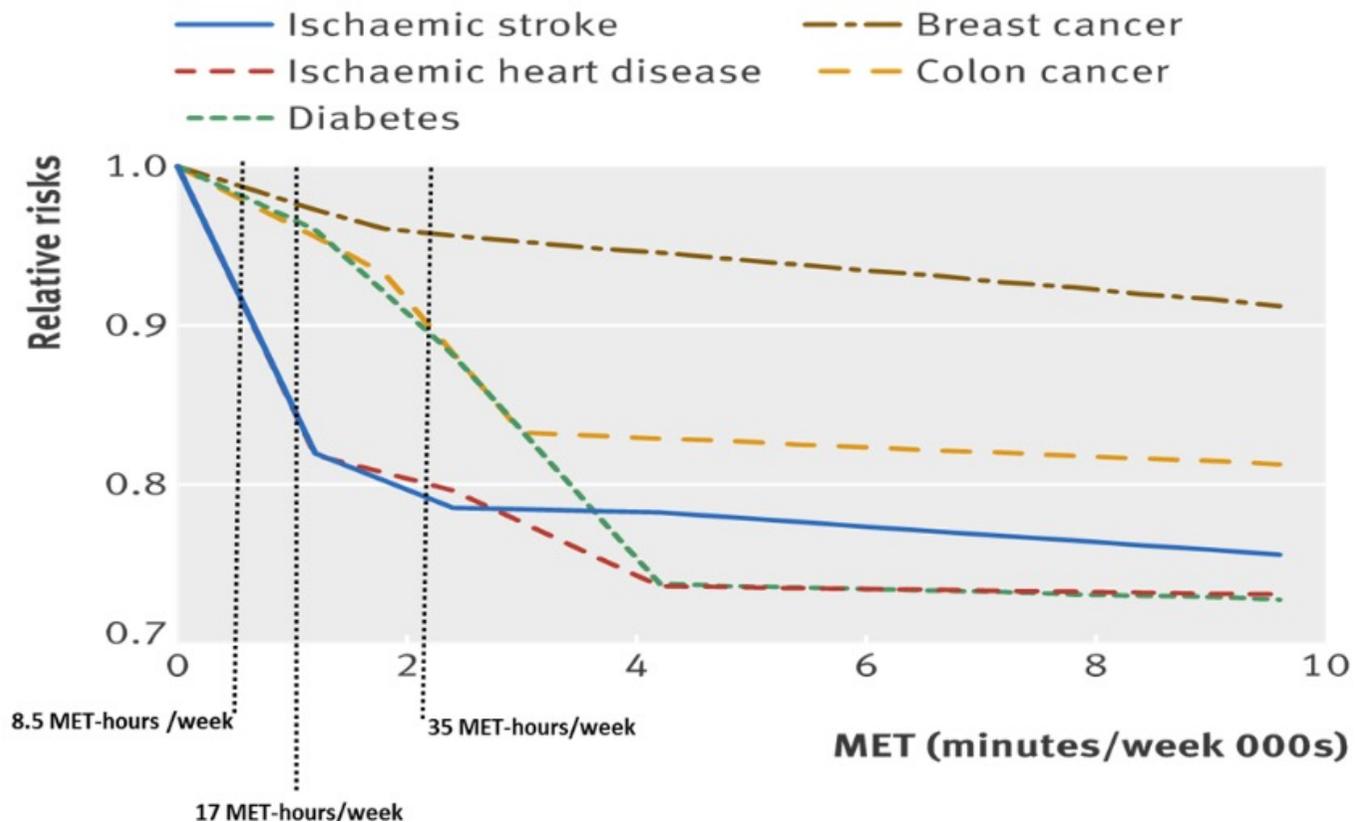


## Prescription d'APS chez un patient post-AVC

Type d'APS	Fréquence	Intensité	Durée	Exemples d'APS
Vie quotidienne	Quotidienne	Intensité légère à modérée	Multiplier les activités en particulier de précision	Marcher, monter les escaliers, faire du jardinage, le ménage, etc.
Endurance	3 à 5 par semaine	Intensité modérée	20 à 60 min par jour en continu ou fractionnée 5-10 min échauffement et récupération pour chaque séance Augmenter progressivement la durée en continu ou en entraînement séquentiel Podomètre utile pour objectiver les progrès	Exemples : marche (en environnement ou sur tapis roulant), vélo (assis ou couché, à bras, ou bras-jambes), nage, <i>steps</i> , activités en position assise, etc.
Renforcement musculaire	2 à 3 par semaine, non consécutifs	Commencer par intensité légère Puis augmenter progressivement à modérée	1 à 3 séries de 10 à 15 répétitions de 8 à 10 exercices sollicitant les grands groupes musculaires Augmenter progressivement en fonction de la tolérance	Exercices en renforcement musculaire (poids, bandes élastiques, appareillages, etc.) Muscles du tronc et des membres supérieurs et inférieurs Circuit training, mobilité fonctionnelle
Souplesse	≥ 2 à 3 par semaine avant ou après renforcement musculaire	Étirement jusqu'au point de tension ou de petit inconfort	Étirement statique de 10 à 30 secondes 2 à 4 répétitions pour chaque exercice	Tronc, membres supérieurs et inférieurs
Neuromusculaire travail de l'équilibre et de la coordination	2 à 3 par semaine			Tai-Chi, yoga, jeu de raquettes (coordination œil-bras), jeux vidéo actifs (Wii)

**Dose = intensité x durée x fréquence**

- Diminution de 20 à 30% du RR pour l'AVC
- Plus la dose est importante + les bénéfices sont importants



# Intensités Sujets Sains

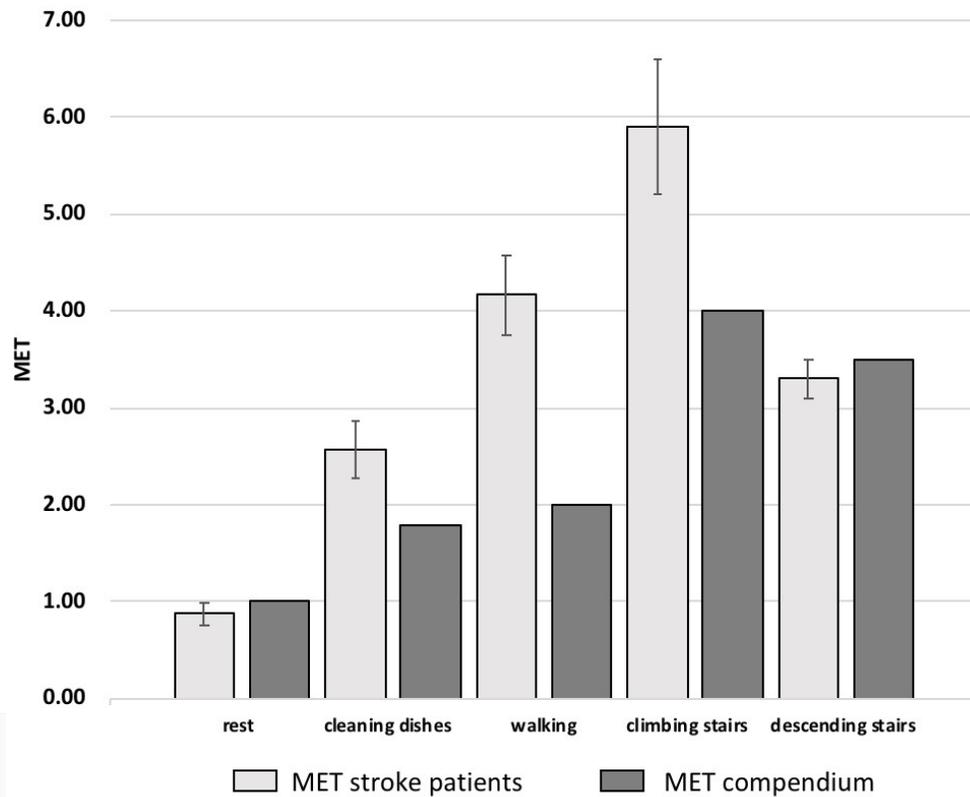
- Exprimée en MET ou  $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$
- 1 MET =  $3,5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$
- Exprimée par rapport au métabolisme de repos

Activité physique	MET
<b>Activités physiques d'intensité légère</b>	
Dormir	0,9
Regarder la télévision	1,0
Écrire à la main ou à l'ordinateur	1,8
Marche à 2,7 km/h, sans pente	2,3
Marche à 4 km/h	2,9
<b>Activités physiques d'intensité modérée</b>	
Vélo stationnaire, 50 W, effort très léger	3,0
Marche à 4,8 km/h	3,3
Exercices à la maison (général), effort léger ou modéré	3,5
Marche à 5,4 km/h	3,6
Vélo de plaisance, <16 km/h	4,0
Vélo stationnaire, 100 W, effort léger	5,5
<b>Activités physiques intenses</b>	
Course à pied, général	7
Pompes, redressements assis, effort élevé	8
Course à pied, sur place	8
Corde à sauter	10
Course à pied, >17,5 km/h	18

Ainsworth et al 1993

# AVC et intensité d'effort

Env 4 METs = activité d'intensité modérée



**VO<sub>2</sub> pic de 8 à 22 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>**

**VO<sub>2</sub> marche = 10-15 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>**

**➔ Proche des 80% du VO<sub>2</sub> réserve**

# AVC et intensité d'effort

Env 4 METs = activité d'intensité modérée



- Très hautes intensités
  - Très court
  - Fréquence et répétition élevées
- bénéfices physiologiques et fonctionnels plus importants
- pas de majoration des évènements indésirables
- Epreuve Effort obligatoire avant programme**

## Problème de maintien dans le temps

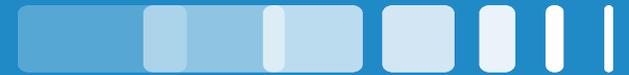
L'augmentation de l'intensité de l'effort est inversement corrélée au plaisir ressenti lors de la réalisation de l'activité physique



- débat sur la haute intensité
- meilleur effet physiologique mais pas de maintien dans le temps

**Le volume total est plus important que l'intensité spécifique**

Quels bénéfices ??





**Cochrane**  
**Library**

Cochrane Database of Systematic Reviews

## Physical fitness training for stroke patients (Review)

Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Johnson L, Kramer S, Carter DD, Jarvis H, Brazzelli M, Mead GE

	Cardio-respiratoire				Renforcement musculaire				Mixte			
Résultats	Nb d'étude incluses	Nb de participants	Méthode statistique	Taille de l'effet	Nb d'étude incluses	Nb de participants	Méthode statistique	Taille de l'effet	Nb d'étude incluses	Nb de participants	Méthode statistique	Taille de l'effet
Mortalité	32	1631	RR diff	0 [-0.01,0.01]	20	803	RR diff	0.00 [-0.02, 0.02]	23	1231	RR diff	0.00 [-0.02 to 0.01]
Limitation d'activités (échelles combinées)	8	462	Différence de moyennes standardisées	0.52 [0.19, 0.84]	NA	NA	NA	NA	79	604	Différence de moyennes standardisées	0.23 [0.03, 0.42]
Capacités cardio respiratoires (V.O. pic : ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	9	438	Différence moyenne	3.40 [2.98, 3.83]	NA	NA	NA	NA	2	140	Différence moyenne	1,4 [-0.19, 2,99 ]
Marche – vitesse (m.min <sup>-1</sup> )	12	588	Différence moyenne	4.47 [2.07, 6.87]]	5	203	Différence moyenne	2.15 [-3.57, 7.87]	10	738	Différence moyenne	4.71 [1,32, 8.1]
Dépression (échelles combinées)	2	56	Différence de moyennes standardisées	-1.22 [-5.62, 3.19]	3	209	Différence de moyennes standardisées	-0.36 [-0.64, -0.09]	4	484	Différence de moyennes standardisées	-0.01 [-0.39, 0.37]
Qualité de vie (EuroQol EQ5D)	2	158	Différence moyenne	6.55 [-1.36, 14.47]	3	70	Différence moyenne	5.72 [-5.26, 16.70]	2	112	Différence de moyennes standardisées	0.48 [0.10, 0.85]



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

RECOMMANDER LES BONNES PRATIQUES

SYNTHESE

# Rééducation à la phase chronique de l'AVC de l'adulte : pertinence, indications et modalités

Validée par le Collège le 2 juin 2022

## Méthodes de rééducation recommandées pour améliorer la fonction motrice

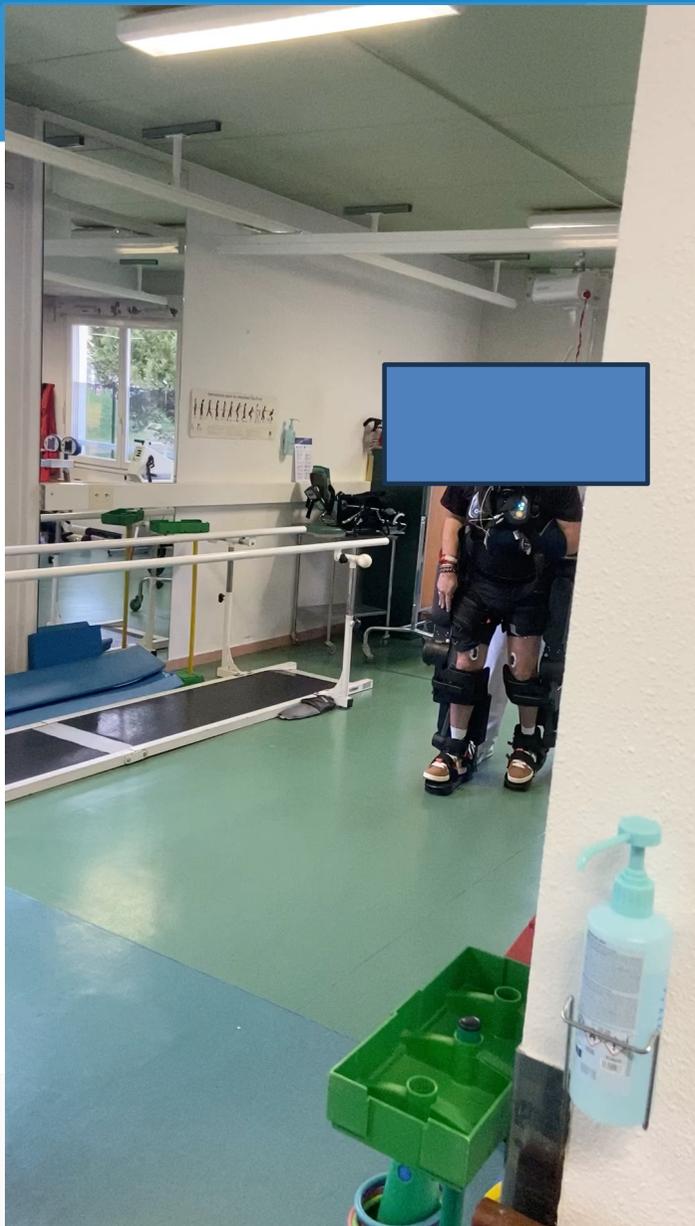
Interventions en rééducation	Recommandation	Niveau de preuve scientifique
Balnéothérapie	Pas assez de preuves d'efficacité	
Bandages adhésifs	Pas assez de preuves d'efficacité	
Biofeedback	Recommandé	B
Contrainte induite du membre supérieur	Recommandée	C
Étirements	Pas assez de preuves d'efficacité	
Exercices de marche	Recommandés	A
Imagerie mentale motrice	Recommandée en association avec une autre méthode	C
Orthèses	Recommandées au membre inférieur	B

Programmes d'activités physiques et d'exercices physiques	Recommandés	A
Réalité virtuelle	Recommandée en association avec une autre méthode	B
Rééducation assistée par robotique	Pas assez de preuves d'efficacité	
Rééducation de la posture et de l'équilibre	Recommandée	C
Stimulation électrique neuromusculaire	Pas assez de preuves d'efficacité	
Thérapie bimanuelle intensive (IBT), l'entraînement intensif bimanuel main-bras (HABIT) et l'entraînement intensif bimanuel main-bras incluant les membres inférieurs (HABIT-ILE)	Pas assez de preuves d'efficacité	
Thérapie miroir	Recommandée au membre supérieur	B
Thérapie vibratoire et l'utilisation de plateforme vibrante	Pas assez de preuves d'efficacité	
Thérapies neurodéveloppementales, de neuro-facilitation proprioceptive et d'intégration sensorimotrice	Pas assez de preuves d'efficacité	
Toxine botulinique	Recommandée en association avec une autre méthode	C

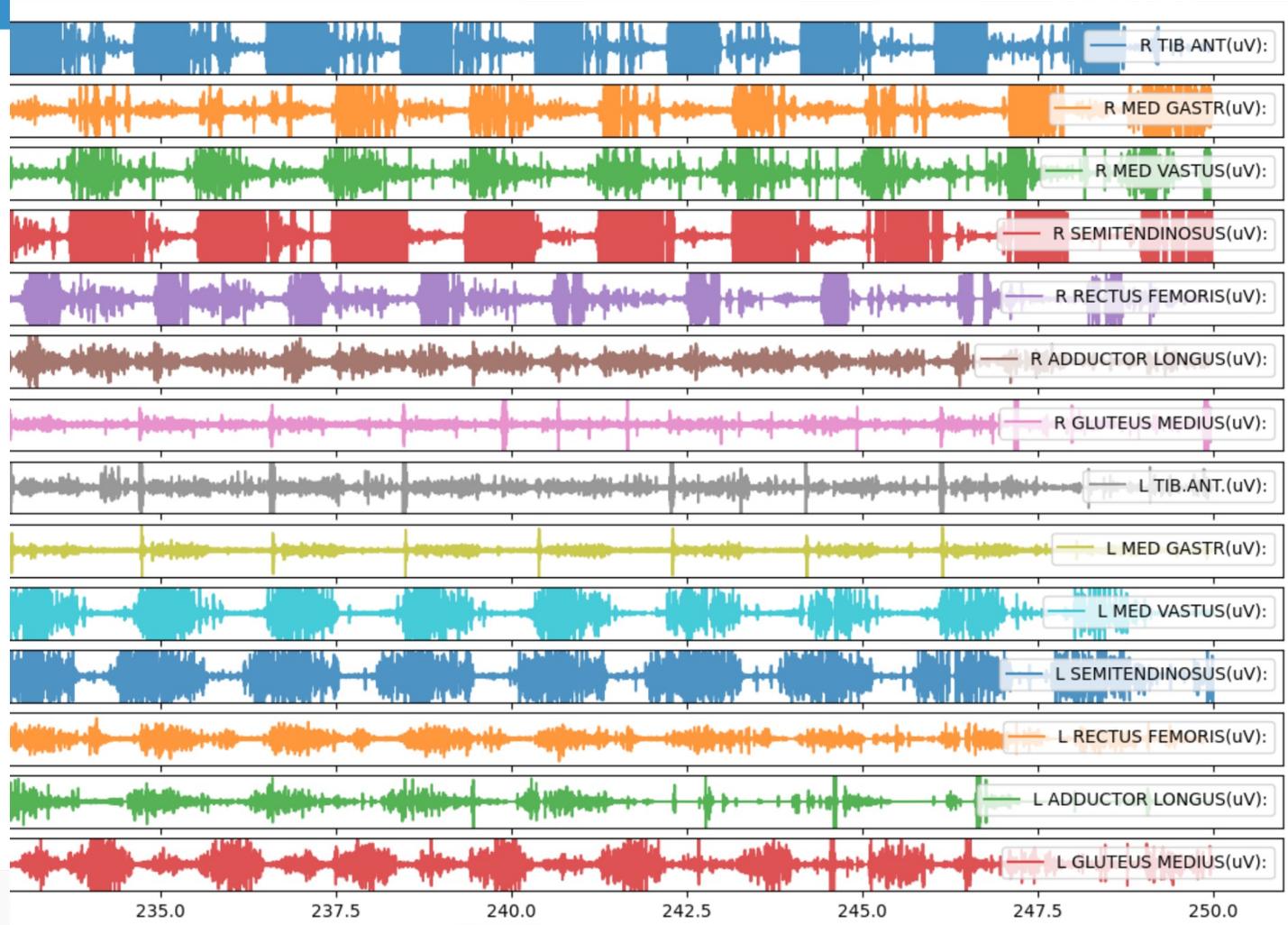


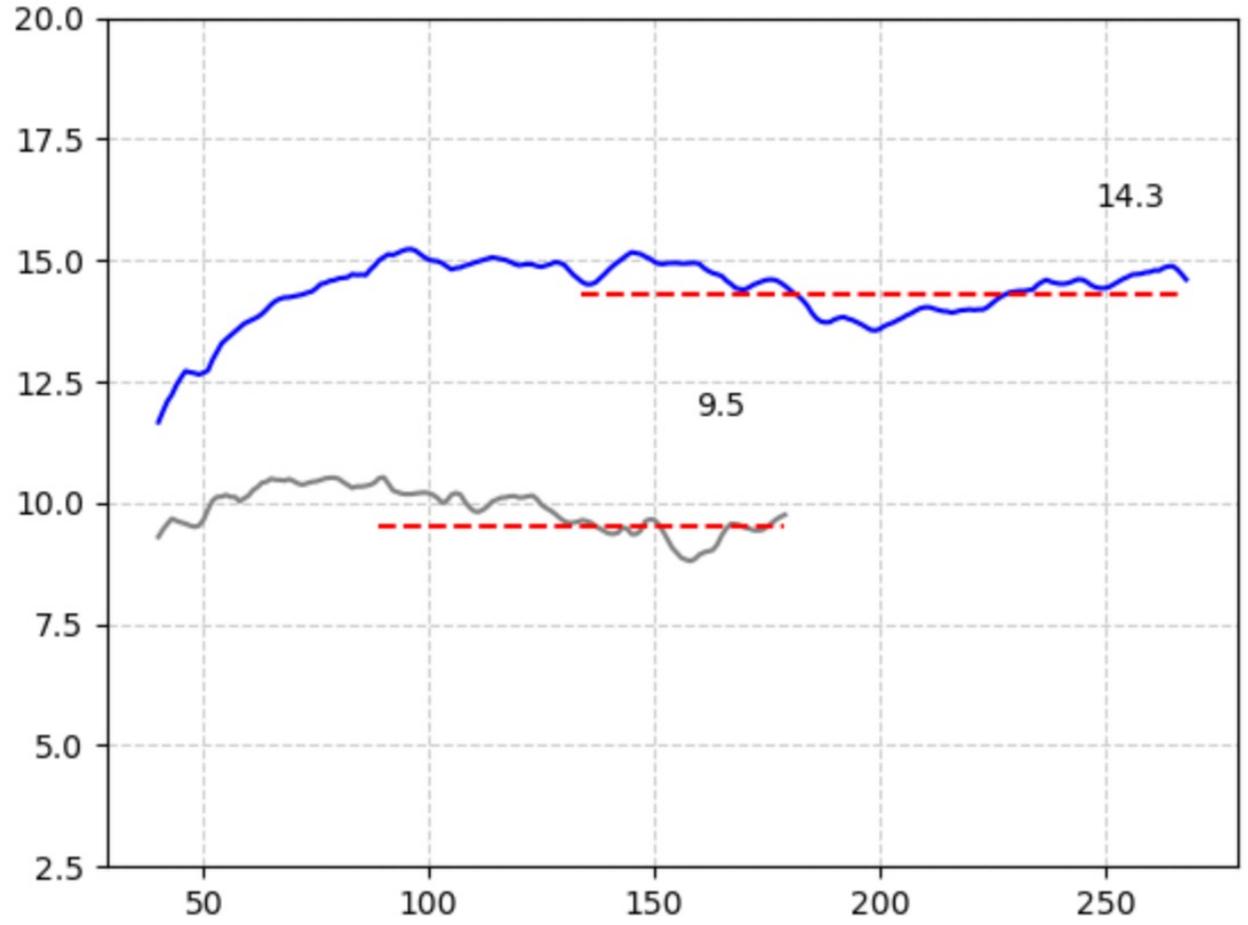
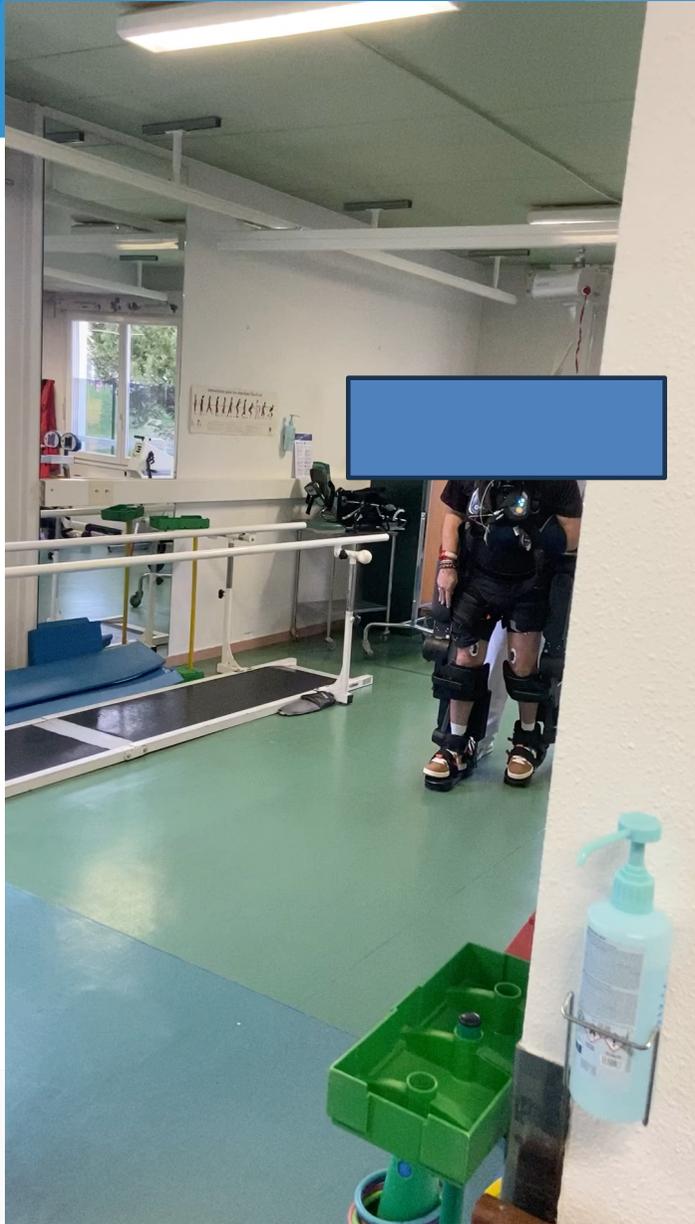




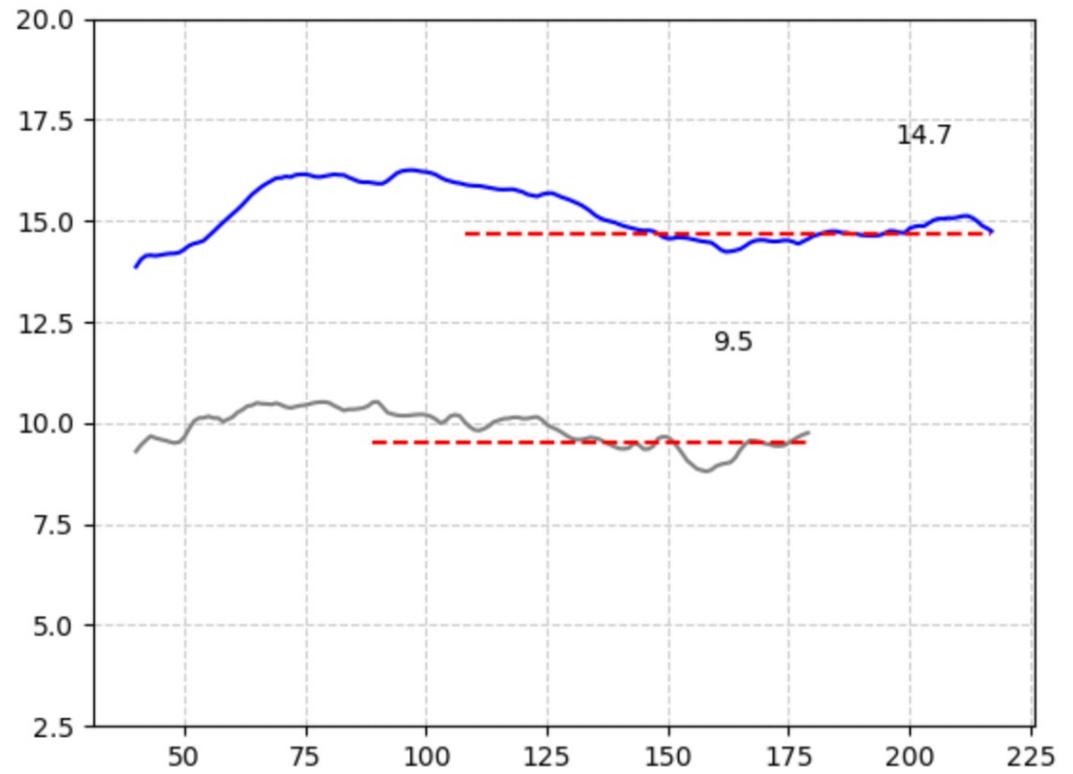


10ans!  
MAY 2017









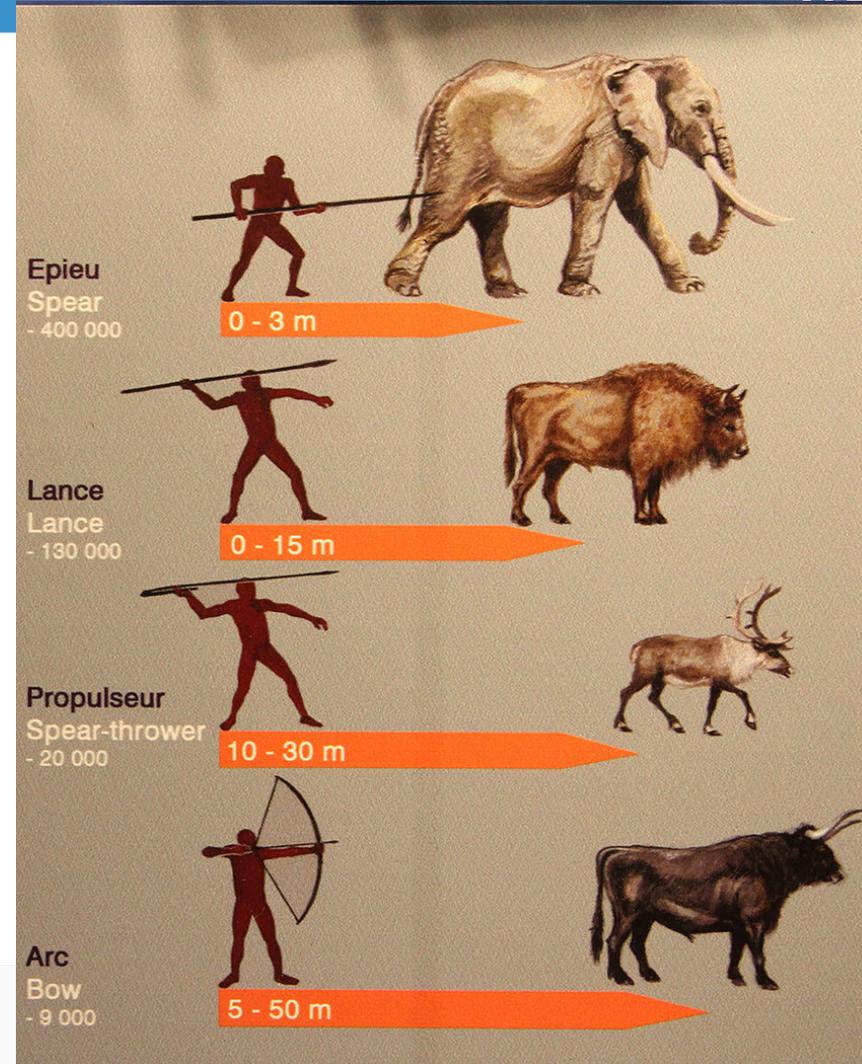
# Comment ça marche ??



# Théorie de l'évolution...

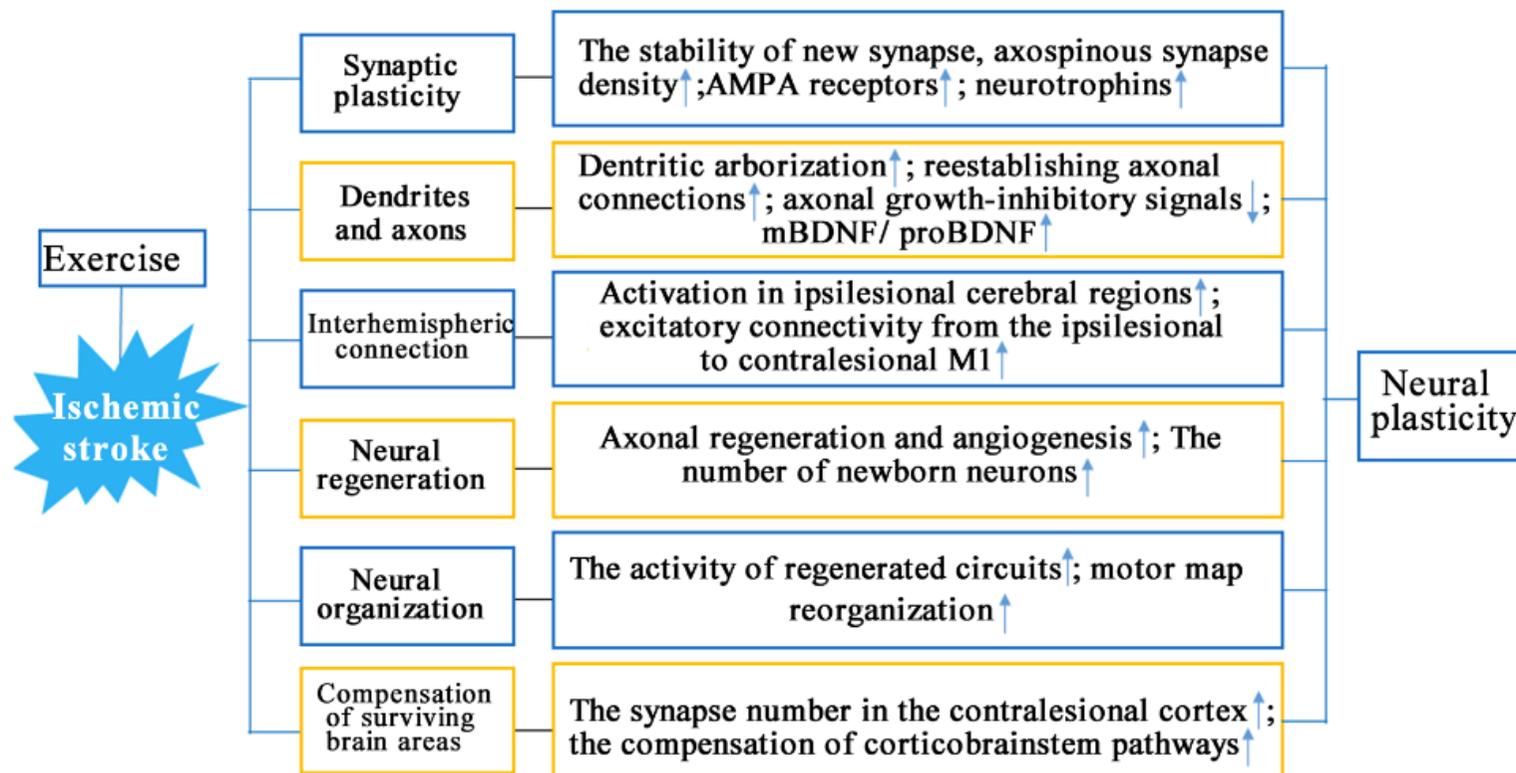
- Quête pour se nourrir :
  - Moteur puissant de neurogénèse
- Amélioration de la performance et des stratégies pour la chasse

**Mattson MP. Superior pattern processing is the essence of the evolved human brain. Front Neurosci. 2014; 8:265.**



- Augmentation concomitante de la concentration des facteurs de croissance impliqués dans la neurogénèse/neuroplasticité lors de l'AP
  - Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF)
  - Nerve Growth Factor (NGF)
  - Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)
  - Insulin Like Growth Factor (IGF-1)
  - ...

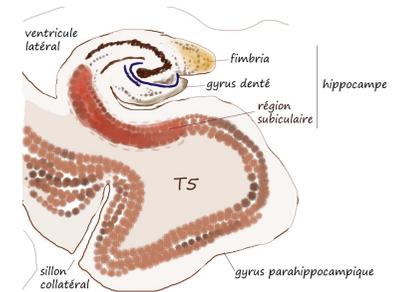
# Démonstré +++ chez la souris...



The mechanisms of exercise-induced neuroplasticity after ischemic stroke

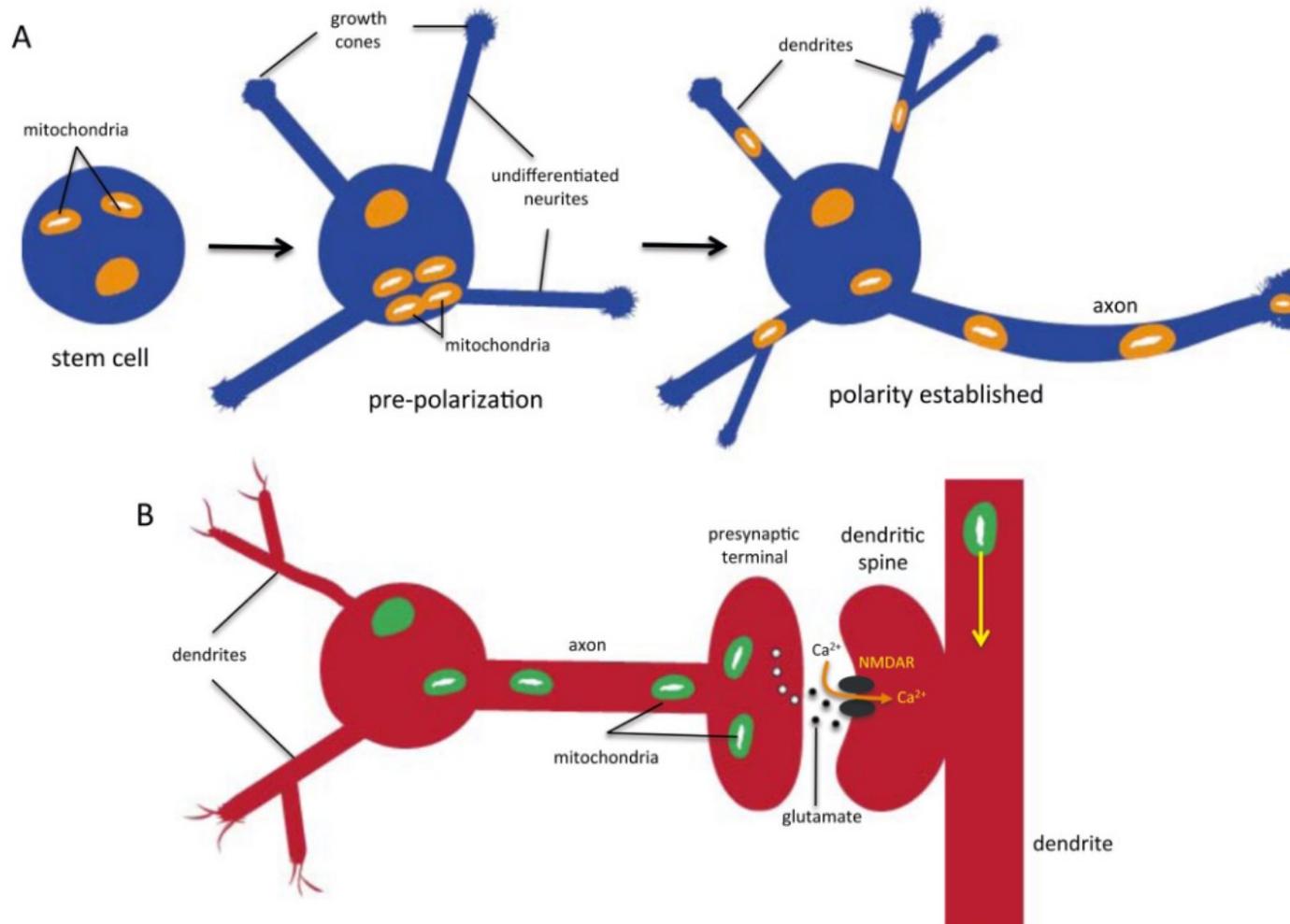
# BDNF : le plus connu et le plus étudié

- Favorise le développement des neurones immatures (gyrus denté de l'hippocampe)
- Inhibe la motilité/fission des MITO au niveau neuronal indispensable à la neurogénèse.
- Sans MITO ==> pas d'évolution neuronal
- Renforce les connexions neuronales en cours de constitution



Raefsky et Mattson 2017

# Importance des mitochondries dans la neurogénèse



## Stroke

### **CLINICAL AND POPULATION SCIENCES**

---

# Effect of Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor in Stroke Survivors: A Systematic Review and Meta-Analysis

Sarah K. Ashcroft<sup>ID</sup>, MCEP; Daniel D. Ironside<sup>ID</sup>, BExSc Hon; Liam Johnson<sup>ID</sup>, PhD; Suzanne S. Kuys<sup>ID</sup>, PhD; Angelica G. Thompson-Butel<sup>ID</sup>, PhD

dec  
2022

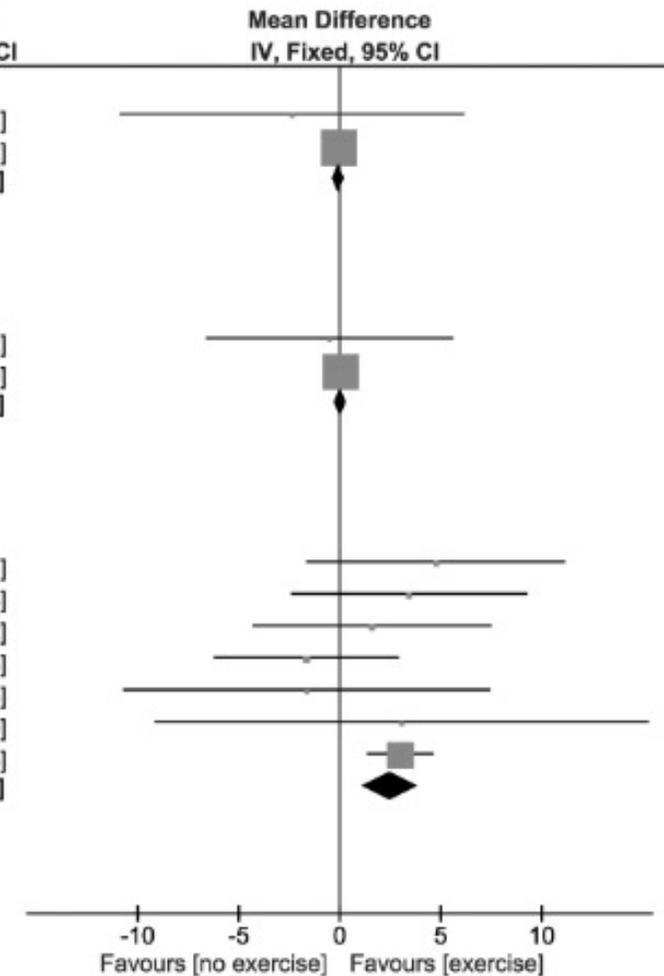


- 17 études (687 patients) ayant bénéficié de programmes d'AP (toutes modalités acceptées) et d'une mesure de la concentration de BDNF
- Population :
  - 58±5 ans ;
  - 4 études (AVC aigus) ; 5 (AVC chroniques) ; autres (ttes phases)
- Mesure BDNF :
  - Sérum ; ELISA ;
  - pré – post programme
- Programmes d'AP:
  - Durée des programmes 1 à 26 semaines
  - 24±16 sessions (range: 2–78)
  - Intensité : décrite dans 27 études : 4 faible ; 4 modérée ; 15 soutenue
  - Durée des séances : 59±48 min

# Une seule séance

**A**

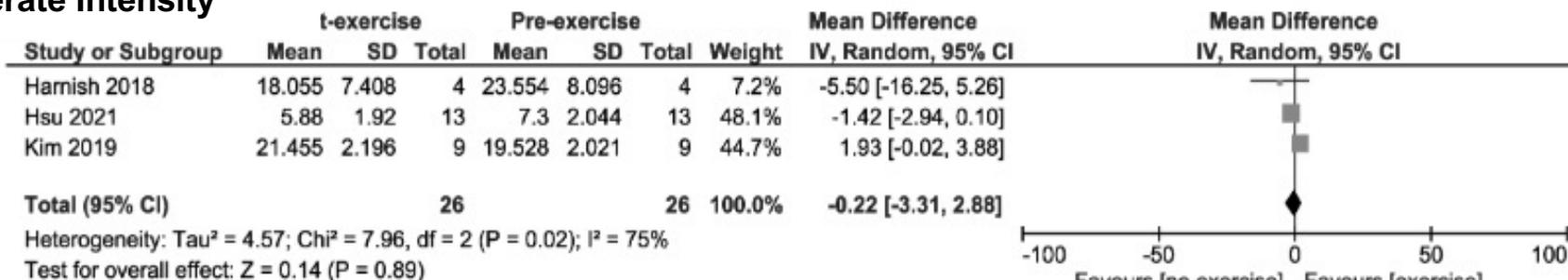
Study or Subgroup	Post-exercise			Pre-exercise			Weight	Mean Difference	
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total		IV, Fixed, 95% CI	Mean Difference
<b>2.1.1 Single session of low intensity aerobic exercise</b>									
Charalambous 2018	18.13	9.49	13	20.49	12.5	13	0.1%	-2.36	[-10.89, 6.17]
de Morais 2018	1.6542	0.3136	10	1.6917	0.2767	10	99.9%	-0.04	[-0.30, 0.22]
<b>Subtotal (95% CI)</b>			<b>23</b>			<b>23</b>	<b>100.0%</b>	<b>-0.04</b>	<b>[-0.30, 0.22]</b>
Heterogeneity: $\text{Chi}^2 = 0.28$ , $df = 1$ ( $P = 0.59$ ); $I^2 = 0\%$ Test for overall effect: $Z = 0.30$ ( $P = 0.76$ )									
<b>2.1.2 Single session of moderate intensity aerobic exercise</b>									
Boyne 2020	28.016	9.899	16	28.508	7.6	16	0.2%	-0.49	[-6.61, 5.62]
de Morais 2018	1.6853	0.2697	10	1.6405	0.3031	10	99.8%	0.04	[-0.21, 0.30]
<b>Subtotal (95% CI)</b>			<b>26</b>			<b>26</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.04</b>	<b>[-0.21, 0.30]</b>
Heterogeneity: $\text{Chi}^2 = 0.03$ , $df = 1$ ( $P = 0.86$ ); $I^2 = 0\%$ Test for overall effect: $Z = 0.34$ ( $P = 0.73$ )									
<b>2.1.3 Single session of high intensity aerobic exercise</b>									
Boyne 2020	30.957	8.837	16	26.196	9.643	16	4.7%	4.76	[-1.65, 11.17]
Boyne 2020	29.997	9.244	16	26.561	7.525	16	5.7%	3.44	[-2.40, 9.28]
Boyne 2020	26.929	7.68	16	25.335	9.331	16	5.5%	1.59	[-4.33, 7.52]
Charalambous 2018	15.51	5.07	12	17.16	6.31	12	9.2%	-1.65	[-6.23, 2.93]
Charalambous 2018	17.88	11.69	12	19.51	11.03	12	2.3%	-1.63	[-10.72, 7.46]
King 2019	48.36	26.7	35	45.3	25.5	35	1.3%	3.06	[-9.17, 15.29]
Mackay 2021	25.31	2.46	20	22.31	2.85	20	71.2%	3.00	[1.35, 4.65]
<b>Subtotal (95% CI)</b>			<b>127</b>			<b>127</b>	<b>100.0%</b>	<b>2.49</b>	<b>[1.10, 3.88]</b>
Heterogeneity: $\text{Chi}^2 = 4.97$ , $df = 6$ ( $P = 0.55$ ); $I^2 = 0\%$ Test for overall effect: $Z = 3.51$ ( $P = 0.0004$ )									



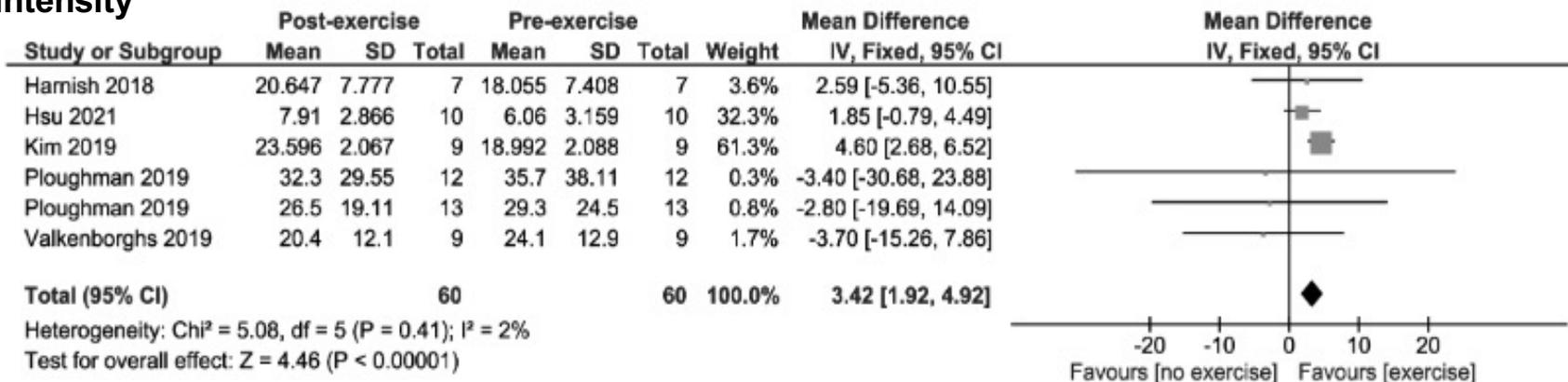
Test for subgroup differences:  $\text{Chi}^2 = 12.28$ ,  $df = 2$  ( $P = 0.002$ ),  $I^2 = 83.7\%$

# Plusieurs séances

## Moderate Intensity



## High Intensity

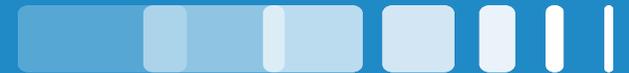


***Pas de variation significative pour les programmes d'exercices d'intensités métaboliques faibles***

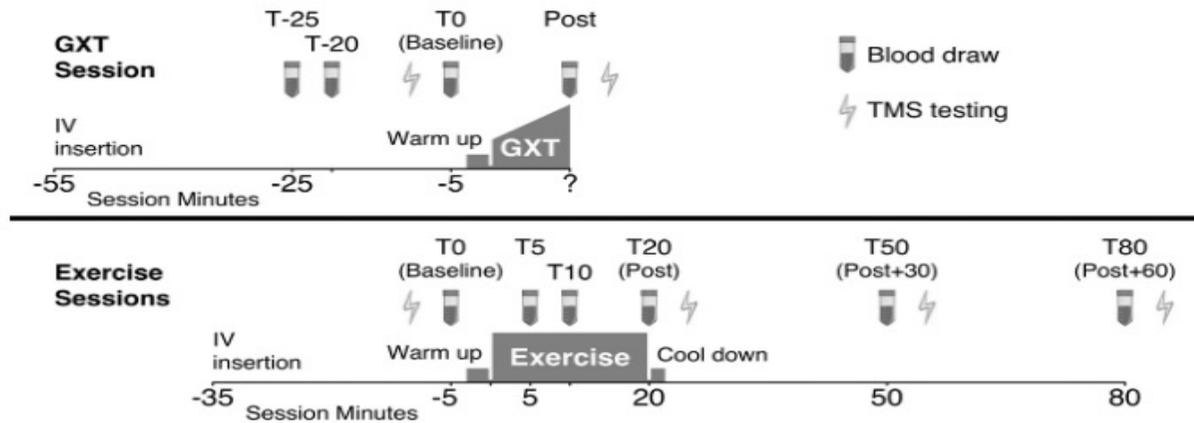
# Potentiel Enorme !!

- Marqueur de l'effet du programme sur la neurogénèse /neuroplasticité
- Individualisation des programmes aux spécificités de chaque patient
- Adaptation des programmes en cours de prise en charge pour une neurogénèse/ neuroplasticité optimale

# *Validité de la mesure du BDNF en pratique courante???*

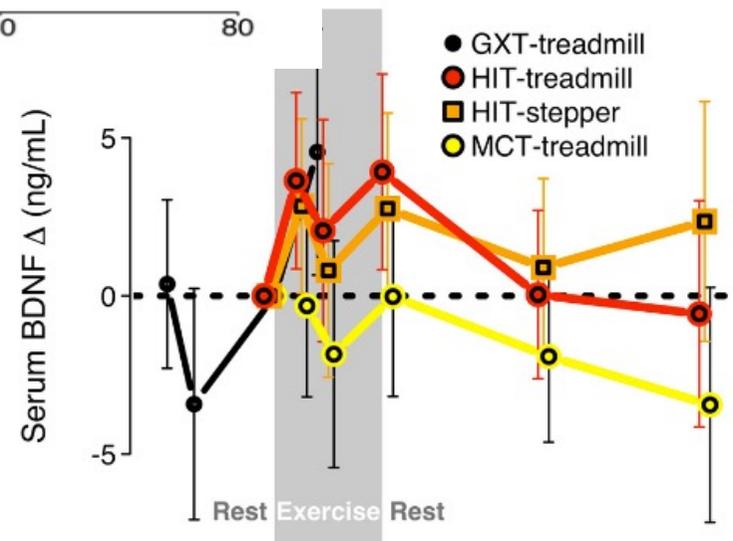


# Reproductibilité test retest ?



## Ploughman 2022

- ICC=0.7-0.87 pour concentration BDNF au repos.
- MDC80% = 5.87 ng/ml
- MDC95% = 9.15 ng/ml



# Marqueur prédictif de récupération lors des programmes d'exercices?



- RS + méta-analyse:
- Evaluer l'association entre la variation du BDNF et la récupération clinique post AVC
- 8 articles incluant patients AVC ayant bénéficié programmes d'AP, mesure de la concentration BDNF et scores cliniques pré-post programmes
- 472 patients
  - âge moyen  $58.5 \pm 11$  années
  - Ancienneté de l'AVC (0-54 mois)
- Programme d'AP :
  - 1 à 26 semaines
  - 4 intensités élevées ; 1 intensités modérées selon critères ASCM
  - Durée de 40 à 120 minutes



- Mesure BDNF :
  - Elisa pré – post programme (A quel moment de la séance???)
- Scores cliniques :
  - 3 globaux (NIHSS ; MIF ; BI);
  - 3 moteurs (FMA ; strength ; WS ; BBS)
  - 2 cognitifs (MMSE ; ACER)
- Calcul de l'EFFECT SIZE :
  - Pour le BDNF
  - Pour les scores cliniques

Effect Size (ES)	Interpretation
$0,00 \leq ES < 0,20$	Ignored
$0,20 \leq ES < 0,50$	Small
$0,50 \leq ES < 0,80$	Moderate
$0,80 \leq ES < 1,30$	Large
$1,30 \leq ES$	Very Large

**Source**

**Clinical recovery = large\_ES**

Chaturvedi et al, 2020 , n= 17 , G1	3.13 [ 2.25; 4.01]
Chaturvedi et al, 2020 , n= 7 , G3	1.61 [ -3.22; 6.44]
Chaturvedi et al, 2020 , n= 44 , G5	1.20 [ -0.37; 2.77]
Chaturvedi et al, 2020 , n= 14 , G6	1.60 [ 0.68; 2.52]
Total	2.05 [ 0.95; 3.16]

Heterogeneity:  $\chi^2_3 = 7.58$  ( $P = .06$ ),  $I^2 = 60\%$

**Clinical recovery = moderate\_ES**

Chaturvedi et al, 2020 , n= 60 , G2	4.28 [ 3.34; 5.22]
Chaturvedi et al, 2020 , n= 66 , G4	2.64 [ 1.82; 3.46]
El-Tamawy et al, 2014 , n= 30 , NA	4.65 [ 3.06; 6.24]
Ploughman et al, 2019 , n= 12 , G1	-3.40 [ -22.54; 15.74]
Rahayu et al, 2020 , n= 32 , G2	2.62 [ -0.20; 5.44]
Ryan et al, 2019 , n= 16 , NA	0.23 [ 0.16; 0.30]
Total	2.77 [ 1.10; 4.44]

Heterogeneity:  $\chi^2_5 = 135.74$  ( $P < .001$ ),  $I^2 = 96\%$

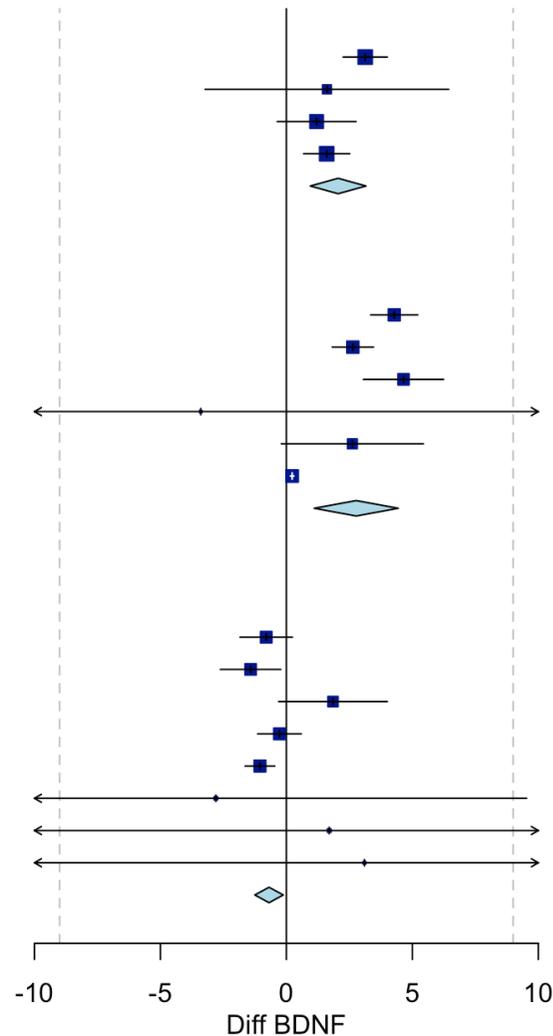
**Clinical recovery = small\_ES**

Chang et al, 2018 , n= 38 , NA	-0.80 [ -1.84; 0.24]
Hsu et al, 2021 , n= 13 , G1	-1.42 [ -2.62; -0.22]
Hsu et al, 2021 , n= 10 , G2	1.85 [ -0.30; 4.00]
Koroleva et al, 2020 , n= 21 , G1	-0.27 [ -1.14; 0.59]
Koroleva et al, 2020 , n= 21 , G2	-1.05 [ -1.64; -0.46]
Ploughman et al, 2019 , n= 12 , G2	-2.80 [ -15.14; 9.54]
Ploughman et al, 2019 , n= 15 , G3	1.70 [ -10.14; 13.54]
Ploughman et al, 2019 , n= 12 , G4	3.10 [ -12.33; 18.53]
Total	-0.69 [ -1.25; -0.12]

Heterogeneity:  $\chi^2_7 = 9.44$  ( $P = .22$ ),  $I^2 = 26\%$

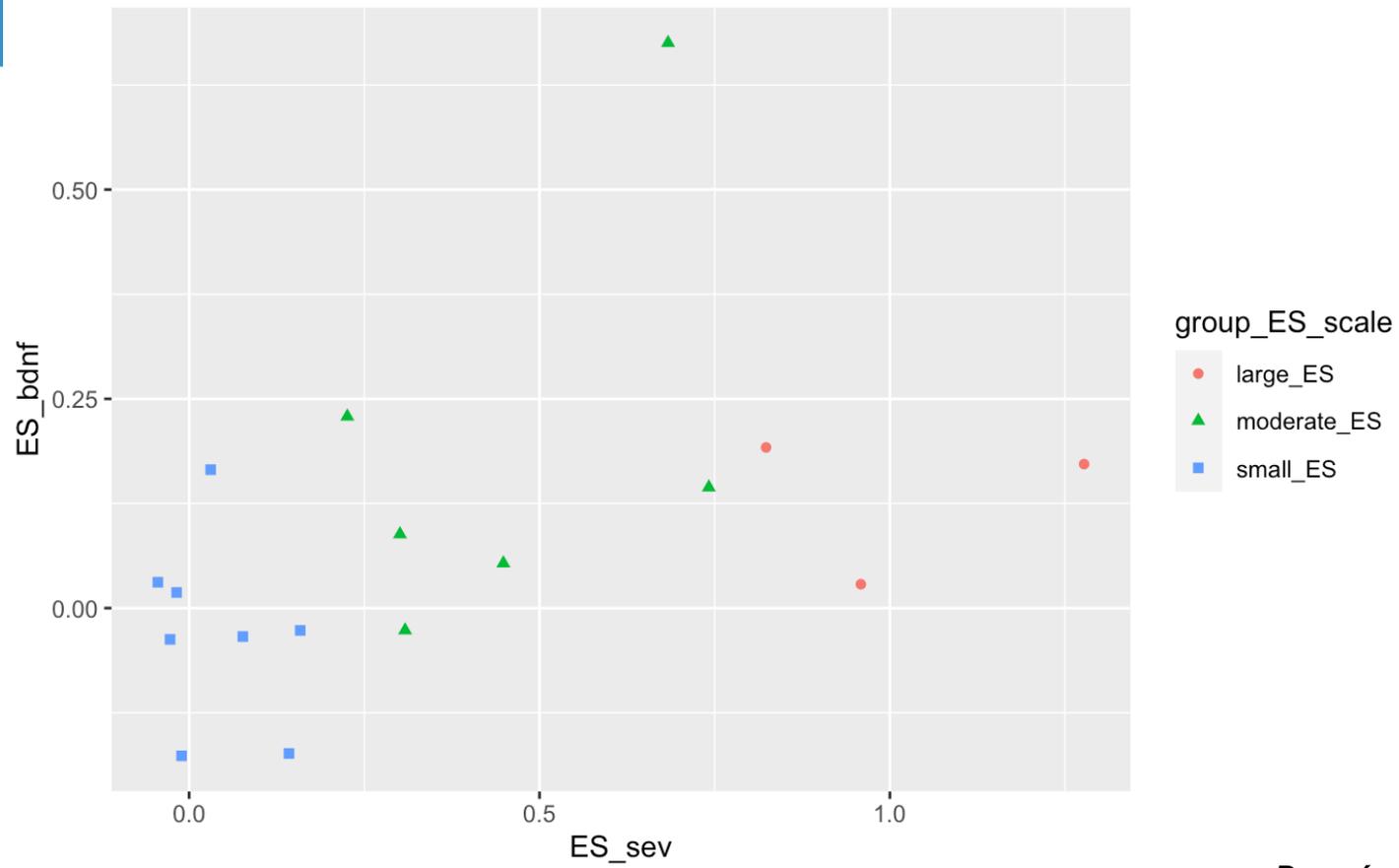
Heterogeneity:  $\chi^2_{17} = 221.17$  ( $P < .001$ ),  $I^2 = 92\%$   
 Test for subgroup differences:  $\chi^2_2 = 29.29$  ( $P < .001$ )

**MRAW (95% CI)**



**Données non publiées**





**R=0.55,**  
**p=0.02**

*Données non  
publiées*



- Réentraînement à l'effort en post AVC == Challenge
- Individualiser en fonction des spécificités de chaque individu
- Privilégier le volume plutôt que l'intensité
- Privilégier les AP qui peuvent être pratiquées en autonomie et en vie courante pour être intégrées dans le mode de vie
- Avenir des dosages des facteurs neurotrophiques

Merci pour votre écoute

[maxence.compagnat@unilim.fr](mailto:maxence.compagnat@unilim.fr)