



Démystifier l'analyse des résultats de vos mesures de force musculaire par dynamométrie manuelle

Isabelle Demers, pht.

Candidate au doctorat en sciences cliniques et biomédicales

Marc Perron, M. Sc., pht.

Journée annuelle de physiothérapie pédiatrique 2018

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale

Québec 

La force musculaire est un déterminant important de la performance chez l'enfant

- La force musculaire est associée à la capacité de courir et de sauter chez des enfants de 2-4 ans
Rose 2009
- L'entraînement en puissance augmente la mobilité des enfants avec la PC
Van Vulpen et coll., 2018
- L'entraînement en force et en endurance améliore la marche, la fonction motrice et l'équilibre chez les enfants avec la PC
Peungsuwan, 2017, Nyström et coll., 2008
- L'entraînement neuromusculaire général augmente la force et la mobilité fonctionnelle d'enfants trisomiques
Sugimoto et coll., 2016

Limites du bilan musculaire manuel

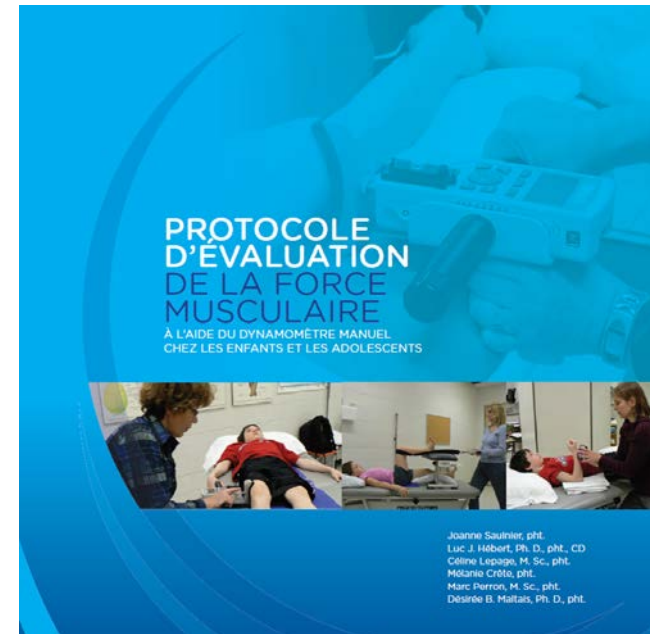
	Daniels et Worthingham	Kendall et McCreary	Définition
5	Normal	100 %	AA complète, résistance maximale
4 +			
4	Bon	80 %	AA complète, résistance modérée
4 -			
3 +			
3	Moyen	50 %	AA complète contre gravité
3 -			
2 +			
2	Pauvre	20 %	AA complète sans gravité
2 -			
1	Traces	5 %	Palpation Pas de mouvement
0		0 %	Aucune contraction

Mesure de la force musculaire avec un dynamomètre manuel

- Méthode accessible aux cliniciens
- Procédures adaptées pour la clientèle pédiatrique

Saulnier et coll., 2013

*Disponible au kiosque du
CIUSSSCN dans le hall d'entrée*





Mesure de la force musculaire avec un dynamomètre manuel

Qualités métrologiques connues

Hébert et coll., Pediatric Physical Therapy 2011

RESEARCH ARTICLE

Isometric Muscle Strength in Youth Assessed by Hand-held Dynamometry: A Feasibility, Reliability, and Validity Study

*Luc J. Hébert, PT, PhD; Désirée B. Maltais, PT, PhD; Céline Lepage, PT, MSc; Joanne Saulnier, PT; Mélanie Crête, PT;
Marc Perron, PT, MSc*

Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale

Québec 



Particularités de la mesure de force chez les enfants

- La force musculaire augmente avec l'âge - facteur confondant pour évaluer la progression
- Le profil de développement de la force musculaire des garçons et des filles est différent
- Atteintes souvent bilatérales – comparaison avec des valeurs normatives

Valeurs normatives

OPEN

RESEARCH ARTICLE

Pediatric Physical Therapy, 2015

Hand-Held Dynamometry Isometric Torque Reference Values for Children and Adolescents

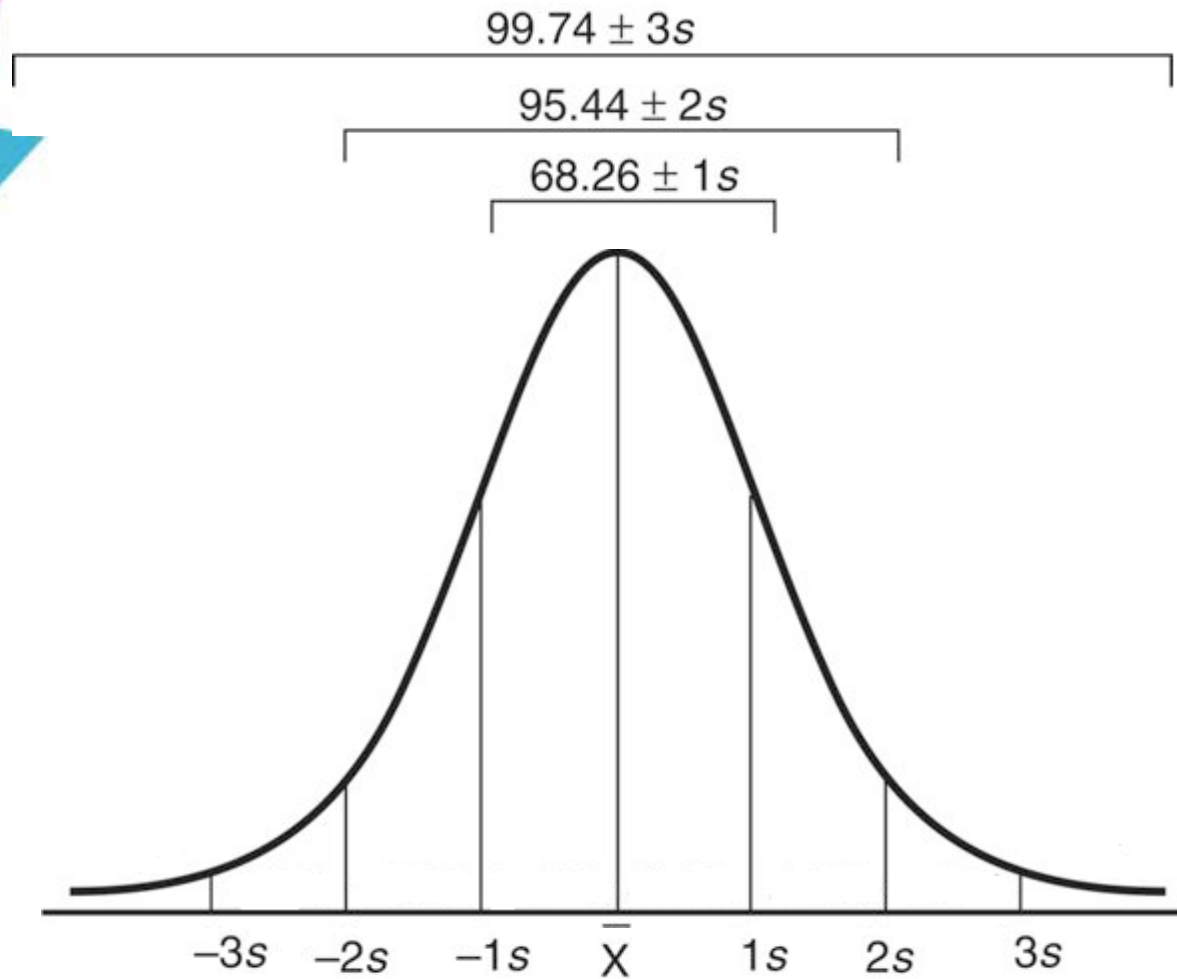
Luc J. Hébert, PT, PhD; Désirée B. Maltais, PT, PhD; Céline Lepage, PT, MSc; Joanne Saulnier, PT; Mélanie Crête, PT

- Interprétation complexe
- Dois-je normaliser en fonction du poids ?
- « Time-consuming »

TABLE 2

Mean of Maximal Isometric Torque Values Normalized to Body Mass in Nm/kg (Standard Deviation [SD]) for All Muscle Groups of Both Sexes (n = 13 Participants Per Sex Per Age Group) According to Each Age Group (n = 348)^a

Muscle Group	Sex	Torque ^b	Age (y)														
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 ^c	16 ^c	17 ^c	
Shoulder abduction	F	Mean	0.33	0.41	0.39	0.49	0.50	0.53	0.60	0.64	0.66	0.71	0.82	0.84	0.80	0.89	
		SD	0.12	0.14	0.16	0.21	0.12	0.17	0.21	0.11	0.15	0.13	0.14	0.13	0.14	0.12	
	M	Mean	0.34	0.39	0.46	0.51	0.53	0.63	0.66	0.71	0.82	0.85	0.92	1.03	1.10	1.13	
		SD	0.12	0.19	0.18	0.14	0.20	0.16	0.15	0.23	0.24	0.20	0.27	0.23	0.17	0.30	
Shoulder external rotation	F	Mean	0.26	0.27	0.26	0.29	0.29	0.29	0.31	0.29	0.34	0.34	0.37 ^d	0.35	0.36	0.34	
		SD	0.10	0.06	0.09	0.07	0.06	0.05	0.08	0.09	0.06	0.04	0.06	0.04	0.07	0.04	
	M	Mean	0.30	0.27	0.32	0.32	0.34	0.36	0.36	0.38	0.39	0.40	0.43	0.47	0.50	0.51	
		SD	0.10	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.08	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.05	



La moyenne de la population (μ) est rarement connue.

Elle est estimée en calculant la moyenne (\bar{X}) d'un échantillon.

L'écart type (σ) est l'écart moyen des valeurs d'une population par rapport à sa moyenne.

Il est estimé en calculant l'écart type de l'échantillon (s).

Moyenne de la population

SEM (Standard Error of the Mean) = s / \sqrt{n}

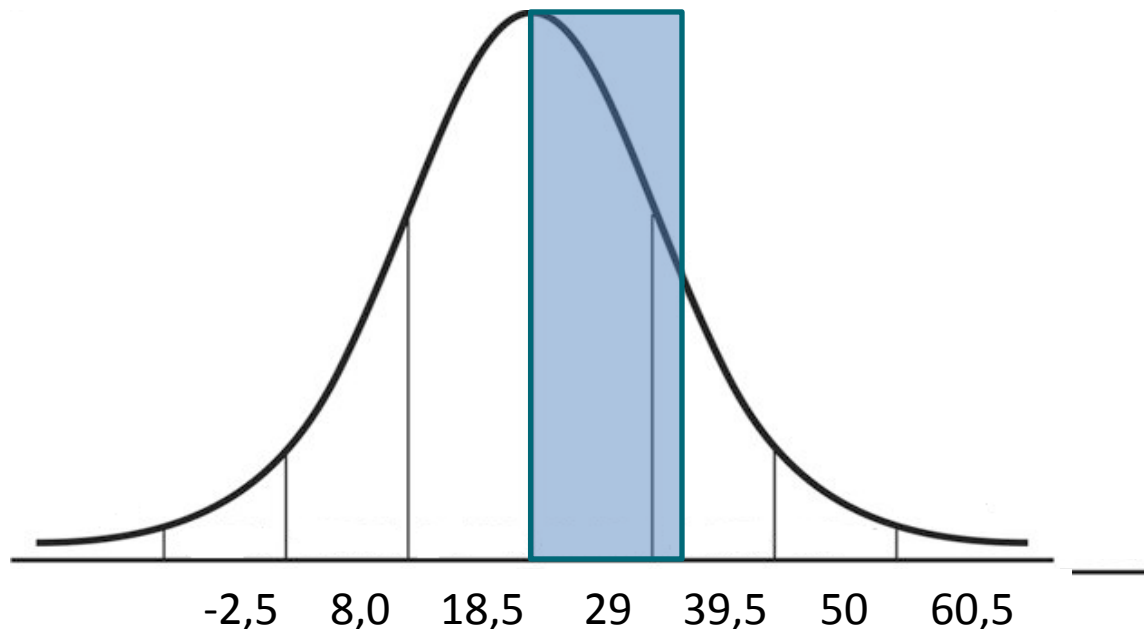
IC 95 % (Intervalle de confiance à 95 %) = $\bar{x} \cdot \pm 1,96 \times \text{SEM}$

Intervalle qui contient la moyenne de la population avec une certitude à 95 %

Vous consultez un article (Hébert et coll., 2015) et vous trouvez que la moyenne et l'écart type du moment de force des extenseurs du genou pour un garçon de 6 ans est de 29.0 ± 10.5 Nm pour un échantillon de 13 enfants.

SEM = $10.5 / \sqrt{13} = 2.9$ Nm **IC 95 %** = $29 \pm (1,96 \times 2.9) = 23,3 - 34,7$

Si l'
d'H
de l
été
3,6
not



Comment confirmer un déficit de force musculaire ?

Exemple : Antoine est un garçon de 6 ans

- Vous mesurez un moment de force des extenseurs de son genou de 22,1 Nm avec un dynamomètre
- Pour déterminer s'il présente un déficit de force musculaire, vous avez 2 options possibles :
 1. Comparer avec le côté opposé →
Non valide parce qu'Antoine a une atteinte bilatérale
 2. Comparer avec des valeurs normatives publiées
- Pour conclure, vous devez :
 1. Connaitre l'erreur de mesure
 2. Déterminer à quel paramètre (moyenne, écart type, bornes de l'IC 95 %) vous allez comparer la valeur mesurée

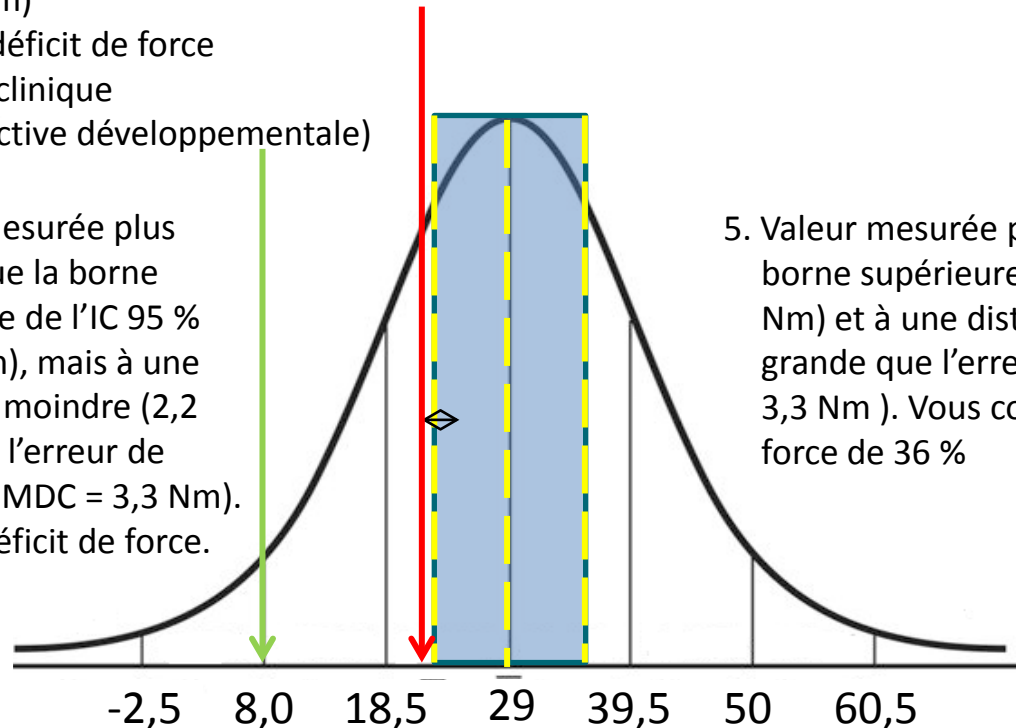
L'erreur de mesure :

Attention, l'acronyme est le même que pour l'erreur standard de la moyenne, mais ce n'est pas la même chose !

- Est toujours présente
- Peut être minimisée en améliorant la procédure et l'outil de mesure
- Dans la littérature (Hébert et coll., 2011), vous trouvez que **l'erreur standard de la mesure (SEM)** pour les extenseurs du genou, calculée à partir d'un échantillon d'enfants de 13 ans à 17,5 ans, est **1,2 Nm**.
- La SEM n'est pas la vraie erreur de mesure, mais elle est nécessaire pour la calculer
- L'erreur de mesure (*Minimal Detectable Change*) = $1,96 \times \text{SEM} \times \sqrt{2}$
- L'erreur de mesure pour les extenseurs du genou selon la même procédure que Hébert et coll. est : $1,96 \times 1,2 \times \sqrt{2} = \mathbf{3,3 \text{ Nm}}$
- Selon une perspective statistique, si l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de comparaison $> 3,3 \text{ Nm}$, vous allez conclure à une différence (déficit) de force musculaire – **Jugement plus sévère**
- Selon une perspective développementale, on considère souvent un écart type plutôt que le MDC – **jugement moins sévère**

Comparaison à la norme : tout est relatif...

1. Valeur à l'intérieur de la courbe de distribution. ~~Pas~~ de problème !
2. Valeur plus élevée que la moyenne moins un écart type (19,5 Nm)
Pas de déficit de force
Norme clinique (perspective développementale)
3. Valeur mesurée plus petite que la borne inférieure de l'IC 95 % (23,3 Nm), mais à une distance moindre (2,2 Nm) que l'erreur de mesure (MDC = 3,3 Nm).
Pas de déficit de force.
4. Valeur mesurée plus petite que la moyenne (29 Nm) et à une distance (6,9 Nm) plus grande que l'erreur de mesure (MDC = 3,3 Nm). Vous concluez à un déficit de force de 24 %.
5. Valeur mesurée plus petite que la borne supérieure de l'IC 95 % (34,7 Nm) et à une distance (12,6 Nm) plus grande que l'erreur de mesure (MDC = 3,3 Nm). Vous concluez à un déficit de force de 36 %



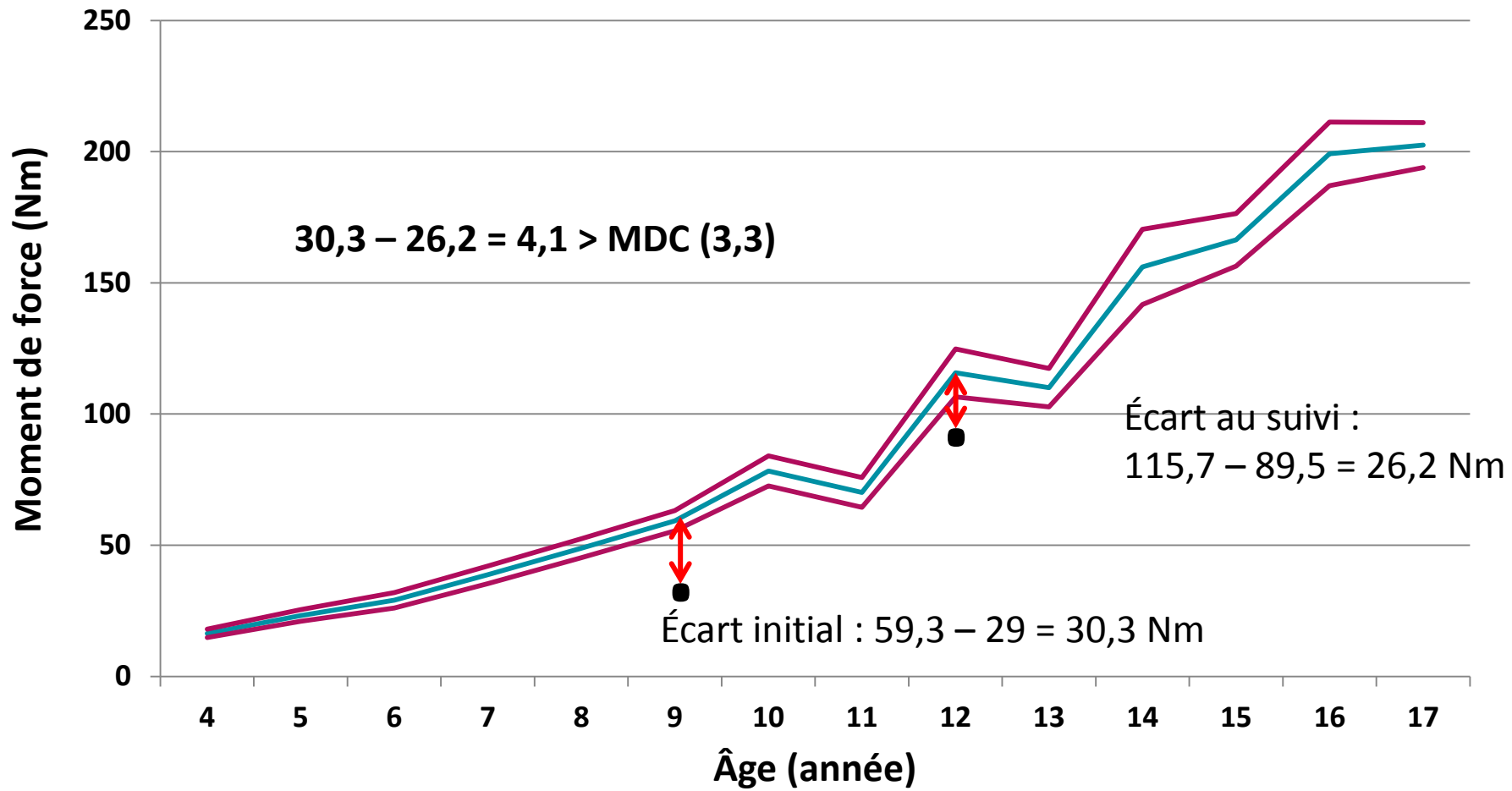
À quelle norme référer pour déterminer s'il y a un déficit ?

1. On veut minimiser les chances de conclure à tort qu'il y a déficit de force musculaire.
→ comparaison avec la borne inférieure de l'IC 95 % ou la moyenne - 1 écart type
2. On veut minimiser les chances de conclure à tort qu'il n'y a pas de déficit de force musculaire
→ comparaison avec la borne supérieure de l'IC 95 % ou la moyenne plus 1 écart type
3. Dans la majorité des situations, il est indiqué de comparer avec la moyenne

Pour conclure à une amélioration au suivi ...

1. Si les **valeurs normatives ne changent pas** dans l'intervalle entre les deux mesures, la différence entre la valeur initiale et la valeur au suivi doit être plus grande que l'erreur de mesure (MDC)
2. Si les **valeurs normatives changent** en fonction de l'âge dans l'intervalle entre les deux mesures, la différence entre les écarts à la norme calculés à chacune des sessions d'évaluation doit être plus grande que l'erreur de mesure (MDC)

Si cet écart est en faveur de la mesure au suivi, le client s'est amélioré; s'il est en défaveur, le client s'est détérioré.



Quand faut-il normaliser pour le poids ?

Enfant ayant une masse corporelle non standard (faible poids ou surplus de poids)

- Analyse effectuée en utilisant les données normalisées pour la masse corporelle (Nm/kg).

Exemple 1 :

Enfant cliniquement faible ayant un surplus de poids

	Moment de force D (Nm)	Écart à la moyenne (Écart type)
ABD Épaule		#DIV/0!
RE Épaule		#DIV/0!
F Coude		#DIV/0!
E Coude		#DIV/0!
F Hanche	66.9	-1.6
E Hanche	153.0	-1.1
ABD Hanche		#DIV/0!
E Genou	91.6	-1.2
F Genou	45.2	-3.0
FD Cheville	9.1	-2.3

Données analysées en **Nm** vs valeurs normatives selon l'âge et le sexe

Exemple 1 :

Enfant cliniquement faible avec un surplus de poids

	Moment de force D (Nm/kg)	Écart à la moyenne (Écart type)
ABD Épaule		#DIV/0!
RE Épaule		#DIV/0!
F Coude		#DIV/0!
E Coude		#DIV/0!
F Hanche	0.8	-2.2
E Hanche	1.9	-2.0
ABD Hanche		
E Genou	1.1	-2.0
F Genou	0.6	-4.1
FD Cheville	0.1	-3.8

Données analysées en **Nm/kg** vs valeurs normatives selon l'âge et le sexe **ET LA MASSE CORPORELLE**

Exemple 2 : Enfant avec retard de développement ayant un retard de croissance

	Moment de force D (Nm)	Écart à la moyenne (Écart type)
ABD Épaule		#DIV/0!
RE Épaule		#DIV/0!
F Coude		#DIV/0!
E Coude		#DIV/0!
F Hanche	18.9	-2.0
E Hanche	28.5	-2.1
ABD Hanche		#DIV/0!
E Genou	28.9	-2.2
F Genou	20.5	-2.1
FD Cheville	3.7	-1.9

Données analysées en **Nm** vs valeurs normatives
selon l'âge et le sexe

Exemple 2 : Enfant avec retard de développement ayant un sous-poids

	Moment de force D (Nm/kg)	Écart à la moyenne (Écart type)
ABD Épaule		#DIV/0!
RE Épaule		#DIV/0!
F Coude		#DIV/0!
E Coude		#DIV/0!
F Hanche	0.9	-0.8
E Hanche	1.4	-1.2
ABD Hanche		#DIV/0!
E Genou	1.4	-1.1
F Genou	1.0	-0.8
FD Cheville	0.2	-1.1

Données analysées en **Nm/kg** vs valeurs normatives
selon l'âge et le sexe

Exemple :

Choix de bornes de comparaison

Situation où l'on veut être certain qu'il y a une réelle faiblesse → **borne inférieure**

- Ex. : guidant des examens invasifs, diagnostic d'exclusion, etc.

Situation où l'on veut être certain qu'il n'y a pas de faiblesse résiduelle → **borne supérieure**

- Retour au jeu pour un athlète de haut niveau ou MS chez un spina...

Situation standard : on réfère à la **moyenne**

Exemple 3 :

Adolescent sportif

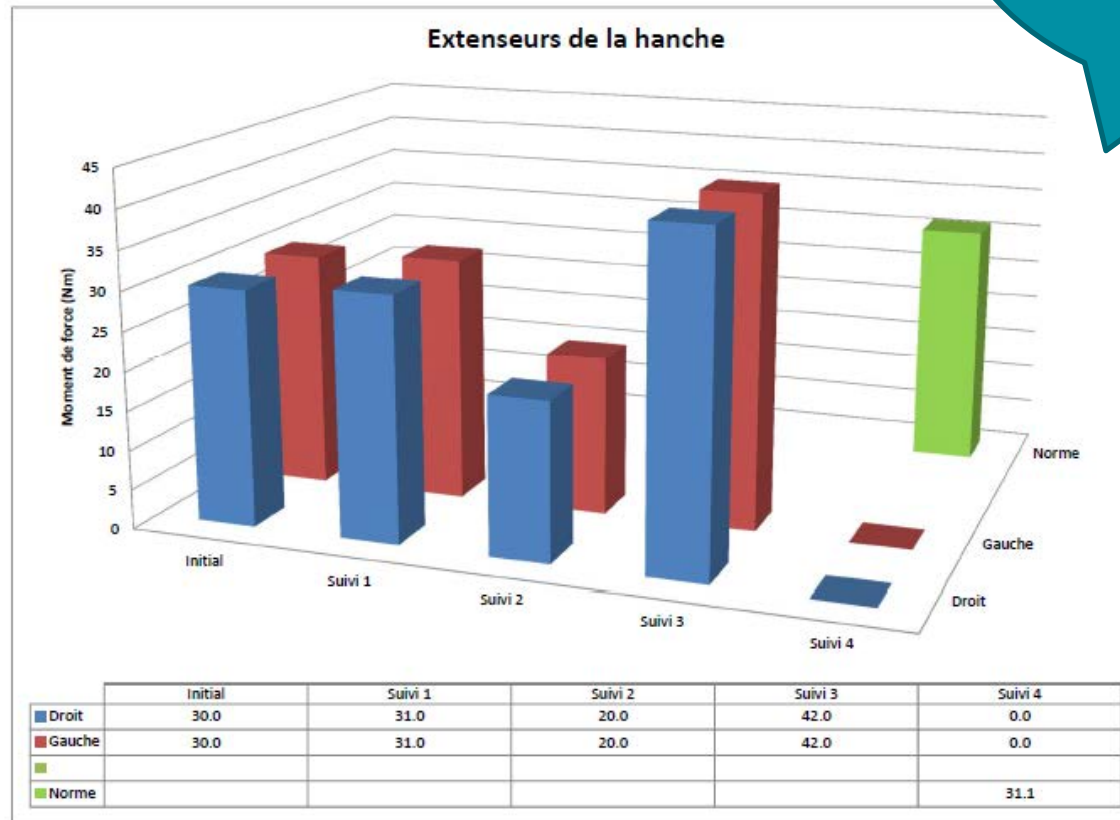
	Moment de force D (Nm)	Écart à la borne inférieure (Écart type)
ABD Épaule		#DIV/0!
RE Épaule		#DIV/0!
F Coude		#DIV/0!
E Coude		#DIV/0!
F Hanche		#DIV/0!
E Hanche	200.0	-0.4
ABD Hanche		#DIV/0!
E Genou		#DIV/0!
F Genou		#DIV/0!
FD Cheville		#DIV/0!

	Moment de force D (Nm)	Écart à la moyenne (Écart type)
ABD Épaule		#DIV/0!
RE Épaule		#DIV/0!
F Coude		#DIV/0!
E Coude		#DIV/0!
F Hanche		#DIV/0!
E Hanche	200.0	-0.9
ABD Hanche		#DIV/0!
E Genou		#DIV/0!
F Genou		#DIV/0!
FD Cheville		#DIV/0!

	Moment de force D (Nm)	Écart à la borne supérieure (Écart type)
ABD Épaule		#DIV/0!
RE Épaule		#DIV/0!
F Coude		#DIV/0!
E Coude		#DIV/0!
F Hanche		#DIV/0!
E Hanche	200.0	-1.5
ABD Hanche		#DIV/0!
E Genou		#DIV/0!
F Genou		#DIV/0!
FD Cheville		#DIV/0!

Exemples Changement réel ?

CMD = 9.1 Nm



Résumé clinique

- Valeurs de références \neq vrai valeurs de la population
- Valeurs de référence = estimation de la population
- DONC = nécessite interprétation clinique rigoureuse et variable selon le cas

Résumé clinique

- Valeurs normalisées pour la masse corporelle (Nm/kg) lorsque le poids est atypique
- Moyenne comme valeur de comparaison dans la plupart des situations cliniques
- Amusez-vous 😊



Démonstration de l'utilisation de la matrice

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale*

Québec 

QUESTIONS ?

*Centre intégré
universitaire de santé
et de services sociaux
de la Capitale-Nationale*

Québec  
 