

**BIOMÉCANIQUE DU COUDE NORMAL
ET APRÈS ARTHROPLASTIE DE TÊTE RADIALE**

Table des matières

Remerciements à :	VII
Remerciements au :	IX
Résumé	XI
Liste des abréviations	VII
I. Introduction	- 1 -
1 Généralités	- 1 -
2 La stabilité du coude	- 1 -
3 Le radius proximal	- 3 -
4 Les fractures de la tête radiale	- 4 -
4.1 Généralités	- 4 -
4.2 Mécanisme traumatique	- 5 -
4.3 Classifications	- 5 -
4.4 Prise en charge	- 6 -
4.5 Résultats	- 9 -
4.6 Complications	- 10 -
5 Les prothèses de tête radiale	- 11 -
5.1 Matériaux	- 11 -
5.2 Design et types	- 11 -
5.3 Résultats	- 11 -
5.4 Complications	- 12 -
5.5 Choix de la prothèse	- 12 -
5.6 Buts de l'étude	- 14 -
II. Matériel	- 15 -
1 Les spécimens	- 15 -
2 Les prothèses	- 15 -
3 Le dispositif de mise en charge, contrainte et mouvement (DCCM)	- 18 -
4 Le dispositif de contrôle de la rotation de l'avant-bras (DCRA)	- 20 -
5 Mesures des surfaces articulaires de contact	- 23 -
5.1 Polysiloxane	- 24 -
5.2 Mesures des surfaces articulaires de contact	- 24 -
6 Mesures cinématiques	- 25 -
6.1 Marqueurs réfléchissants et clusters	- 25 -
6.2 Tomodensitométrie	- 26 -

6.3	Système Vicon®	- 26 -
6.4	Amira® Version 5.3.2	- 28 -
6.5	LHP Fusion Box®	- 29 -
6.5.1	Description	- 29 -
7	Outils d'analyse statistique	- 29 -
III.	Méthodes.....	- 31 -
1	protocole expérimentale.....	- 31 -
1.1	Préparation des spécimens.....	- 31 -
1.2	Mise en place des marqueurs réfléchissants	- 31 -
1.3	Montage du spécimen et mise en charge des tendons	- 32 -
1.4	Mise en place du dispositif de contrôle de la rotation de l'avant-bras (DCRA)	- 33 -
1.5	Etude de reproductibilité de l'analyse statique	- 33 -
1.5.1	Mesure de reproductibilité sur la réalisation des moulages.....	- 33 -
1.5.2	Mesure de reproductibilité sur la mesure des surfaces	- 33 -
1.5.3	Mesures de reproductibilité sur la position de flexion du coude	- 33 -
1.6	Biométrie des têtes radiales.....	- 34 -
2	Etude statique : mesure des surfaces de contact radio-capitulaire.....	- 35 -
2.1	Moulages.....	- 35 -
2.2	Mesure des surfaces	- 36 -
2.3	Normalisation des surfaces	- 36 -
2.4	Analyse statistique.....	- 37 -
3	Etude dynamique : la cinématique du coude	- 37 -
3.1	Capture de mouvement (cfr. vidéo cinématique annexe 10).....	- 37 -
3.2	Traitement des données statiques	- 40 -
3.2.1	Configuration des données dans la Fusion Box	- 40 -
3.2.2	Importation des données morphométriques	- 40 -
3.2.3	Hiérarchisation des surfaces osseuses	- 40 -
3.2.4	Palpation.....	- 41 -
3.2.4.1	Palpation de l'humérus.....	- 42 -
3.2.4.2	Palpation de l'ulna	- 42 -
3.2.4.3	Palpation du radius.....	- 44 -
3.2.5	Construction des référentiels locaux	- 45 -
3.2.6	Création des segments de longueur.....	- 48 -
3.2.6.1	Les quatre éléments de la membrane interosseuse (Figure 35)	- 49 -
3.2.6.2	La distance DS Biceps.....	- 52 -
3.3	Traitement des données de cinématique	- 52 -
3.3.1	Génération des données de cinématique	- 54 -

3.3.1.1	Gestion des artéfacts	- 56 -
3.3.1.2	Calcul des moyennes	- 58 -
3.3.1.3	Latéralité et signe	- 60 -
3.4	Etude de reproductibilité des mesures cinématiques	- 60 -
3.4.1	Mesures de reproductibilité sur le positionnement du spécimen :	- 60 -
3.4.2	Validation de la mesure de l'excursion tendineuse avec le système Vicon®	- 61 -
3.4.3	Evaluation de la précision des mesures cinématiques	- 63 -
3.4.4	Normalisation des mesures cinématiques	- 63 -
3.4.5	Analyse statistique des données de cinématique	- 64 -
IV.	Résultats	- 69 -
1	Lecture des graphiques	- 69 -
2	Observations anatomiques	- 69 -
3	Etudes de reproductibilité	- 70 -
4	Biométrie des têtes radiales	- 74 -
4.1	Mesures de diamètre	- 74 -
4.2	Mesures de l'allongement après arthroplastie	- 74 -
5	Surfaces de contact radio-capitulaire	- 76 -
6	Résultats de l'analyse statistique pour les surfaces seules	- 83 -
7	Résultats de l'analyse cinématique	- 87 -
7.1	Variabilité de l'effectif des spécimens étudiés	- 87 -
7.2	Variabilité de positionnement des spécimens sur le DCCM	- 88 -
7.3	Validation de la mesure de l'excursion tendineuse avec le système Vicon®	- 89 -
7.4	Evaluation de la précision des mesures cinématiques	- 92 -
7.5	Note sur la description des résultats de l'analyse cinématique	- 97 -
7.6	Résultats des ANOVA	- 98 -
7.6.1	Effets de la rotation de l'avant-bras	- 98 -
7.6.2	Effets des contraintes latérales appliquées	- 99 -
7.6.3	Effets de la flexion du coude	- 99 -
7.6.4	Effets de la capsulectomie antérieure	- 99 -
7.6.5	Effets de l'état de la tête radiale	- 100 -
7.7	La distance DS Biceps	- 101 -
7.8	Les bras de levier du biceps brachial	- 102 -
7.8.1	Dans l'état « Intact » (ANOVA et post hoc Annexe 5)	- 103 -
7.8.2	Comparaison entre l'état « intact » et l'état « capsulectomie antérieure » (ANOVA et post hoc Annexe 5)	- 109 -
7.8.3	Après résection de la tête radiale et prothèses de tête radiale	- 118 -

7.8.3.1	Tenant compte des contraintes latérales en valgus et varus (N=5, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 5)	- 118 -
7.8.3.2	En ne tenant pas compte du varus (N=7, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 5)	- 120 -
7.8.3.3	En ne tenant pas compte des contraintes latérales (N=9, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 5)	- 123 -
7.8.4	Résumé sur les BDL du biceps brachial	- 127 -
7.9	Rappel : NOTE sur la description des résultats de l'analyse cinématique	- 127 -
7.10	Inclinaison ulno-humérale (IUH) - stabilité latérale du coude	- 129 -
7.10.1	Dans l'état intact (ANOVA et post hoc Annexe 6).....	- 129 -
7.10.2	Comparaison entre l'état intacte et la capsulectomie antérieure (ANOVA et post hoc Annexe 6)	- 133 -
7.10.3	Comparaison de la laxité latérale de l'ulna entre l'état intacte et la capsulectomie antérieure (N=11, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 6)	- 136 -
7.10.4	Après résection et arthroplastie de tête radiale	- 137 -
7.10.4.1	Tenant compte des contraintes en varus et valgus (N=5, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 6)	- 137 -
7.10.4.2	En ne tenant pas compte du varus (N=7, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 6)	- 141 -
7.10.4.3	En ne tenant pas compte du varus ni du valgus (N=9, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 6)	- 149 -
7.10.4.4	Laxité latérale (Valgus - Varus) (N=5, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 6).....	- 151 -
7.10.4.5	Laxité en valgus (Valgus – 0c) (N=7, ANOVA 3F).....	- 154 -
7.10.4.6	Laxité en varus (Varus – 0c) (N=7, ANOVA 3F).....	- 157 -
7.10.5	Effets de la rotation de l'avant-bras (ANOVA et post hoc Annexe 6).....	- 160 -
7.10.6	Résumé des résultats de la stabilité latérale du coude	- 162 -
7.11	Rotation ulno-humérale (RUH) - La stabilité rotatoire du coude	- 164 -
7.11.1	Dans l'état intact (N=11 ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 7).....	- 164 -
7.11.1.1	Laxité rotatoire (Valgus - Varus) en condition intacte (N=11, ANOVA 2F) (ANOVA et post hoc Annexe 7)	- 167 -
7.11.1.2	Laxité rotatoire en valgus (Valgus – 0c) en condition intacte (N=12, ANOVA 2F) (ANOVA et post hoc Annexe 7)	- 169 -
7.11.1.3	Laxité rotatoire en varus (Varus – 0c) en condition coude intacte (N=11, ANOVA 2F) (ANOVA et post hoc Annexe 7)	- 170 -
7.11.2	Comparaison entre l'état intact et la capsulectomie antérieure (N=11, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 7).....	- 171 -
7.11.2.1	Comparaison de la laxité rotatoire de l'ulna (Valgus-Varus) entre l'état intacte et la capsulectomie antérieure (N=11, ANOVA 3F). (ANOVA et post hoc Annexe 7).....	- 175 -

7.11.2.2	Comparaison de la laxité rotatoire en valgus (Valgus-0c) et en varus (Varus-0c) de l'ulna entre l'état intacte et la capsulectomie antérieure (N=11, ANOVA 3F)	- 178 -
7.11.3	Après résection et arthroplastie de tête radiale	- 181 -
7.11.3.1	Tenant compte des contraintes en varus et valgus (N=5, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 7)	- 181 -
7.11.3.2	En ne tenant pas compte du varus (N=7, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 7) -	186 -
7.11.3.3	En ne tenant pas compte du varus ni du valgus (N=9, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 7)	- 188 -
7.11.3.4	Laxité rotatoire (Valgus - Varus) (N=5, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 7) -	193 -
7.11.3.5	Laxité rotatoire en valgus (Valgus – 0c) et Laxité rotatoire en varus (Varus – 0c) (N=7, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 7)	- 193 -
7.11.4	Résumé des résultats de la stabilité rotatoire du coude	- 194 -
7.12	La rotation radio-ulnaire (RRU)	- 196 -
7.12.1	Dans l'état intact N=11, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 8)	- 196 -
7.12.1.1	Laxité rotatoire globale (Valgus - Varus), en valgus (Valgus – 0c) et en varus (Varus – 0c) du radius en condition intacte (ANOVA et post hoc Annexe 8).....	- 199 -
7.12.2	Comparaison entre l'état intact et la capsulectomie antérieure (N=11, ANOVA 4F).....	- 199 -
7.12.2.1	Comparaison de la laxité rotatoire globale (Valgus - Varus), en valgus (Valgus – 0c) et en varus (Varus – 0c) du radius entre l'état intacte et la capsulectomie antérieure (ANOVA et post hoc Annexe 8)	- 200 -
7.12.3	Après résection et arthroplastie de tête radiale (ANOVA et post hoc Annexe 8) (Graphique 140) -	201 -
7.12.3.1	Tenant compte des contraintes en varus et valgus (N=5, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 8)	- 202 -
7.12.3.2	En ne tenant pas compte du varus ni du valgus (N=9, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 8)	- 203 -
7.12.3.3	Comparaison de la laxité rotatoire globale (Valgus - Varus), en valgus (Valgus – 0c) et en varus (Varus – 0c) du radius entre (ANOVA et post hoc Annexe 8).....	- 204 -
7.12.4	Résumé des résultats de la rotation radio-ulnaire.....	- 204 -
7.13	La distance TR-HCO	- 204 -
7.13.1	Dans l'état intact (N=11, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 8) (ANOVA et post hoc Annexe 9) -	204 -
7.13.2	Comparaison entre l'état intact et la capsulectomie antérieure (N=11, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 9).....	- 206 -
7.13.1	Après résection et arthroplastie de tête radiale (ANOVA et post hoc Annexe 9).....	- 211 -
7.13.1.1	Tenant compte des contraintes en varus et valgus (N=5, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 9)	- 213 -

7.13.1.2	En ne tenant pas compte du varus (N=7, ANOVA 4F) (ANOVA et post hoc Annexe 9) - 215 -
7.13.1.3	En ne tenant pas compte du varus ni du valgus (N=9, ANOVA 3F) (ANOVA et post hoc Annexe 9) - 224 -
7.13.2	Résumé sur la distance TR-HCO - 224 -
V.	Discussion - 225 -
1	Discussion générale - 225 -
1.1	Limites de l'étude - 225 -
1.2	L'analyse statistique - 230 -
1.3	dispositif expérimental - 232 -
2	Surfaces de contact articulaire - 234 -
2.1	Généralités - 234 -
2.2	méthodes de quantification du contact articulaire - 239 -
3	Discussion sur l'analyse cinématique - 247 -
3.1	Choix des référentiels du mouvement - 247 -
3.2	Définition de la laxité - 247 -
3.3	Analyse cinématique - 248 -
3.3.1	Les bras de levier et distance TR-HCO - 248 -
3.3.2	Rotation radio-ulnaire - 252 -
3.3.3	Stabilité du coude - 253 -
4	Perspectives - 259 -
VI.	Conclusion - 261 -
VII.	Références - 265 -
VIII.	Table des illustrations - 275 -
	Figures - 275 -
	Tableaux - 277 -
	Graphiques - 278 -
IX.	ANNEXES - 291 -
	Annexe 1- Article Radiocapitellar joint contacts after bipolar radial head arthroplasty I
	Annexe 2- Article Joint contact areas after radial head arthroplasty: a comparative study of 3 prostheses VIII
	Annexes 1 à 10 XVIII