

Tabla de contenido

Tabla de contenido	xxiii	
Introducción	1	
1	Introducción	3
1.1	El corazón.....	4
1.2	Electrofisiología celular.....	8
1.3	Anatomía funcional de la propagación eléctrica cardíaca.....	10
1.4	Arritmias cardíacas y fibrilación auricular.....	11
1.4.1	Antecedentes clínicos.....	15
1.5	Dilatación auricular y fibrilación auricular.....	17
1.6	Remodelado.....	20
1.6.1	Remodelado eléctrico.....	20
1.6.2	Cambios en las corrientes y canales iónicos.....	21
1.6.3	<i>Gap junctions</i>	23
1.6.4	Remodelado de <i>gap junctions</i>	24
1.6.5	Remodelado estructural o dilatación auricular.....	25
1.7	Anatomía auricular.....	26
1.7.1	Morfología de la aurícula derecha.....	27
1.7.2	Morfología de la aurícula izquierda.....	27
1.7.3	Paredes auriculares y fibras del tejido auricular.....	28
1.8	Caminos de conducción en la aurícula.....	32
1.9	Modelización y simulación en el método experimental.....	33
1.10	Modelos anatómicos de aurícula humana.....	34
1.11	Modelo celular.....	36
1.12	Modelo del tejido.....	38
1.13	Modelado computacional.....	39
	Justificación y objetivos	45
2	Justificación y objetivos	47
	Métodos	49
3	Métodos	51
3.1	Modelos iónicos de membrana celular.....	52
3.2	El modelo celular de Nygren.....	56
3.1	Modelo de acoplamiento celular.....	57
3.1.1	Teoría del cable.....	58
3.1.2	Modelo bidominio.....	61
3.1.3	Modelo monodominio.....	63
3.3	Partición del operador.....	65
3.2	Método de los elementos finitos (MEF).....	66
3.2.1	Discretización temporal.....	68

3.3	Pasos para resolver un problema por el método del elemento finito	69
3.3.1	Discretización espacial del dominio.....	69
3.3.2	Funciones de interpolación o de aproximación.....	69
3.3.3	Determinación de la ecuación elemental.....	70
3.3.4	Ensamble del sistema de ecuaciones algebraicas.....	71
3.4	Modelo geométrico realista de la aurícula.....	72
3.4.1	Obtención del dominio del tejido.....	73
3.4.2	Mallado auricular.....	74
3.4.3	Direccionamiento de las fibras del tejido.....	80
3.5	Modelando la dilatación auricular.....	84
3.5.1	Modelando el remodelado eléctrico.....	85
3.5.2	Método simplificado de remodelado de <i>gap junctions</i>	86
3.6	Protocolo de estimulación para la simulación.....	87
3.7	Velocidades de conducción.....	88
3.8	Implementación computacional del modelo matemático.....	89
3.8.1	El pre-proceso.....	89
3.8.2	El proceso.....	90
3.8.3	Paralelización del proceso.....	91
3.8.4	Pos proceso.....	92
4	Capítulo IV. Resultados.....	97
4.1	Modelo de aurícula normal.....	97
4.1.1	Orientación de las fibras.....	114
4.1.2	Propiedades de conducción.....	119
4.1.3	Secuencia de activación, propagación y conducción del ritmo sinusal en la aurícula fisiológica normal.....	119
4.1.4	Velocidades de conducción.....	121
4.2	Modelo de aurícula remodelada eléctricamente.....	123
4.2.1	Secuencia de activación en tejido con remodelado eléctrico.....	126
4.3	Velocidades de conducción en tejido fisiológico vs remodelado.....	129
4.4	Vulnerabilidad a reentradas.....	130
4.5	Actividad focal en el modelo fisiológico.....	132
4.6	Actividad focal en el modelo remodelado eléctricamente.....	134
4.6.1	Focos en la base de las venas pulmonares derechas en el modelo remodelado eléctricamente.....	134
4.6.2	Foco en la base de las venas pulmonares izquierdas en el modelo remodelado eléctricamente.....	136
4.6.3	Foco en la pared libre de la aurícula izquierda en el modelo remodelado eléctricamente.....	138
4.6.4	Foco en la región de la cresta terminalis en el modelo remodelado eléctricamente.....	140
4.6.5	Foco en la región del seno coronario y el isthmus en el modelo remodelado eléctricamente.....	142
4.6.6	Ventanas vulnerables en la aurícula remodelada eléctricamente.....	144

4.7	Modelo de aurícula dilatada.....	145
4.7.1	Obtención del modelo anatómico de aurícula dilatada y orientación de fibras	146
4.7.2	Secuencia de activación en la aurícula dilatada	149
4.8	Efecto de la dilatación en la vulnerabilidad a reentradas.....	151
4.8.1	Focos ectópicos en la base de las venas pulmonares derechas en la aurícula dilatada.....	151
4.8.2	Focos ectópicos en la base de las venas pulmonares izquierdas en la aurícula dilatada	153
4.8.3	Actividad ectópica en el centro de la pared posterior de la aurícula izquierda en el modelo dilatado.....	155
4.8.4	Focos ectópicos en la región del seno coronario y el isthmus en la aurícula dilatada.....	158
4.8.5	Focos ectópicos en la región de la cresta terminalis en la aurícula dilatada	161
4.8.6	Ventanas vulnerables en la aurícula dilatada	164
4.9	Modelo de aurícula dilatada con remodelado de <i>gap junctions</i> . 165	
4.9.1	Simulación de la secuencia de activación en la aurícula dilatada con remodelado de <i>gap junctions</i>	165
4.10	Vulnerabilidad a reentradas en la aurícula dilatada con remodelado por <i>gap junctions</i>	168
4.10.1	Focos ectópicos en la base de las venas pulmonares derechas en la aurícula dilatada y remodelada por <i>gap junctions</i>	168
4.10.2	Focos ectópicos en la base de las venas pulmonares izquierdas en aurícula remodelada por <i>gap junctions</i>	171
4.10.3	Focos ectópicos en el centro de la pared libre de la aurícula dilatada y remodelada por <i>gap junctions</i>	173
4.10.4	Focos en cercanías del seno coronario y el isthmus en aurícula dilatada remodelada por <i>gap junctions</i>	177
4.10.5	Foco en la región de la cresta terminalis en aurícula dilatada con remodelado por <i>gap junctions</i>	181
4.10.6	Ventanas vulnerables en el remodelado de <i>gap junctions</i>	184
5	Capítulo V. discusión	187
5.1	El modelo anatómico de aurícula normal	187
5.2	La anisotropía	192
5.3	Modelo anatómico de aurícula dilatada.....	194
5.4	Secuencia de activación en el modelo fisiológico	197
5.5	Velocidades de conducción	199
5.6	Aplicación del remodelado eléctrico.....	202
5.7	Consecuencias del remodelado eléctrico en la velocidad de conducción	202
5.8	Vulnerabilidad a eventos reentrantes	204
5.9	Efecto de la localización de los focos en la generación de reentradas	205
5.10	Efectos de la dilatación	205

5.11	Efecto del remodelado de <i>gap junctions</i>	206
5.12	Focos en la base de las venas pulmonares derechas.....	207
5.13	Focos en la base de las venas pulmonares izquierdas.....	207
5.14	Focos en la pared libre de la aurícula izquierda.....	208
5.15	Focos en la región del isthmus y el seno coronario.....	208
5.16	Focos en la parte inferior de la cresta terminalis.....	209
5.17	Comparación de la vulnerabilidad a reentradas en los diferentes modelos.....	209
5.18	Limitaciones del modelo y el estudio.....	210
6	Capítulo VI. Conclusiones.....	209
7	Líneas futuras.....	213
	<i>Anexo I. Modelo modificado de Nygren para el potencial de acción auricular en humanos.....</i>	<i>217</i>
8	Bibliografía.....	233
9	Publicaciones.....	265