

FORMAZIONE

CEI 11-27:2025



FOLLOW US ON **LinkedIn**

Unità didattiche ASSOCERT

CEI 11-27:2025

Effetti dell'elettricità sul corpo umano:
la fibrillazione ventricolare

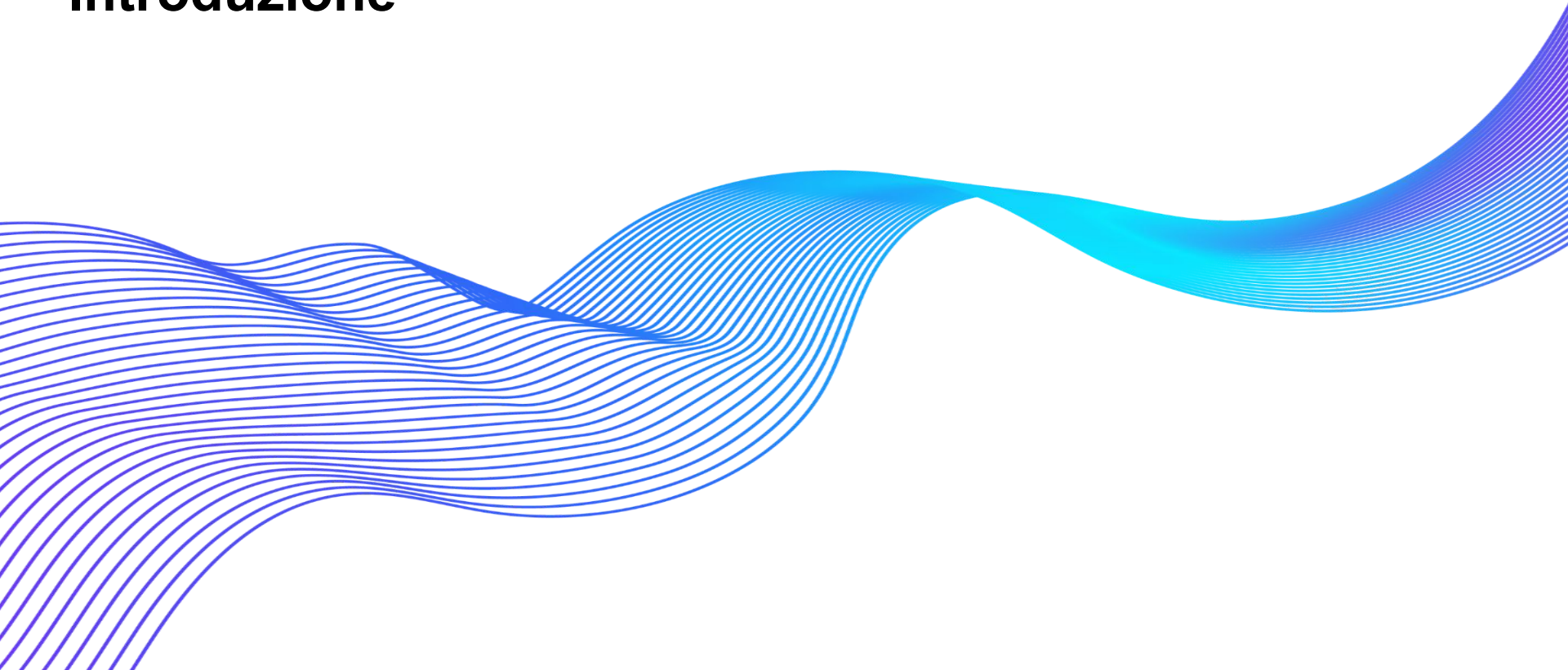
Introduzione

ASSOCERT è un ente di diritto privato, apolitico, non commerciale e senza fine di lucro.

Grazie al forte spirito di volontariato e all'impegno delle persone che la compongono, ASSOCERT è divenuta in breve tempo una tra le maggiori associazioni italiane del settore e che oggi, da sola, conta quasi 100 Enti di certificazione associati.

Oggi, dopo 16 anni, continuiamo a promuovere la salute e la sicurezza delle persone attraverso la cultura del rispetto delle norme tecniche che riguardano la conformità di impianti civili ed industriali, attrezzature di lavoro e prodotti destinati al commercio in UE.

Introduzione

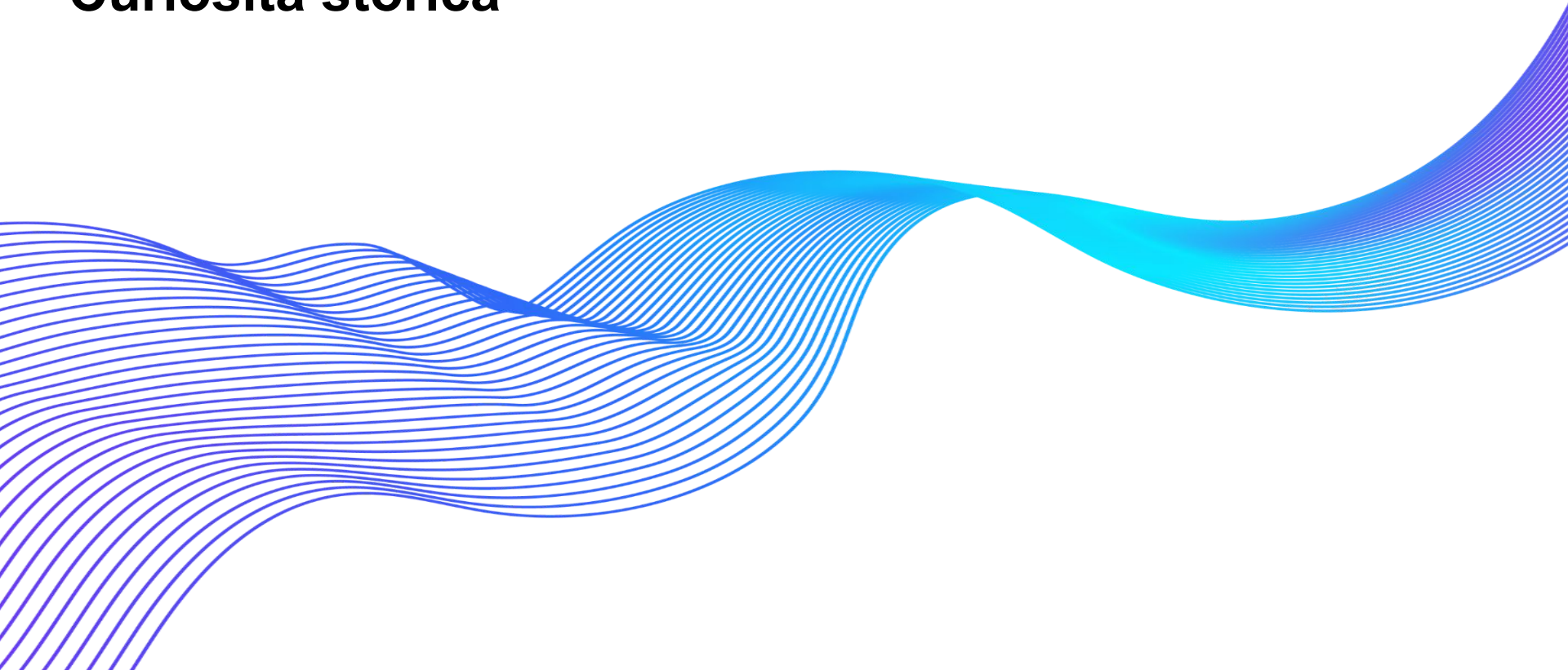


Introduzione

L'elettrocuzione, definita come l'insieme di effetti biologici nocivi e/o letali provocati dal passaggio di corrente elettrica attraverso l'organismo, rappresenta un grave trauma multisistemico.

Tra le sue conseguenze, la fibrillazione ventricolare è l'effetto più pericoloso e la principale causa di morte nei casi di folgorazione elettrica.

Curiosità storica



Curiosità storica

Nel 1850 i fisiologi Moritz Schiff, Ludwig Hoffa e Carl Ludwig dimostrarono sperimentalmente che l'applicazione di una corrente elettrica al cuore poteva causare un movimento caotico e disorganizzato che oggi riconosciamo come fibrillazione ventricolare.

Questo stabilì per la prima volta un nesso causale tra corrente elettrica e l'aritmia fatale.

Curiosità storica

Più tardi, nel 1899, i fisiologi svizzeri Jean-Louis Prévost e Frédéric Battelli, lavorando all'Università di Ginevra, confermarono che l'applicazione di una piccola scossa elettrica (AC) poteva indurre la Fibrillazione Ventricolare.

La loro scoperta più rivoluzionaria, menzionata quasi come una nota a piè di pagina in un loro studio, fu che l'applicazione di una seconda, ben più grande scossa elettrica, era in grado di ripristinare il normale ritmo cardiaco.

Questo è considerato l'atto di nascita scientifico del concetto di defibrillazione.

Curiosità storica

Nel 1947 il chirurgo americano Claude S. Beck eseguì la prima defibrillazione di successo su un paziente umano.

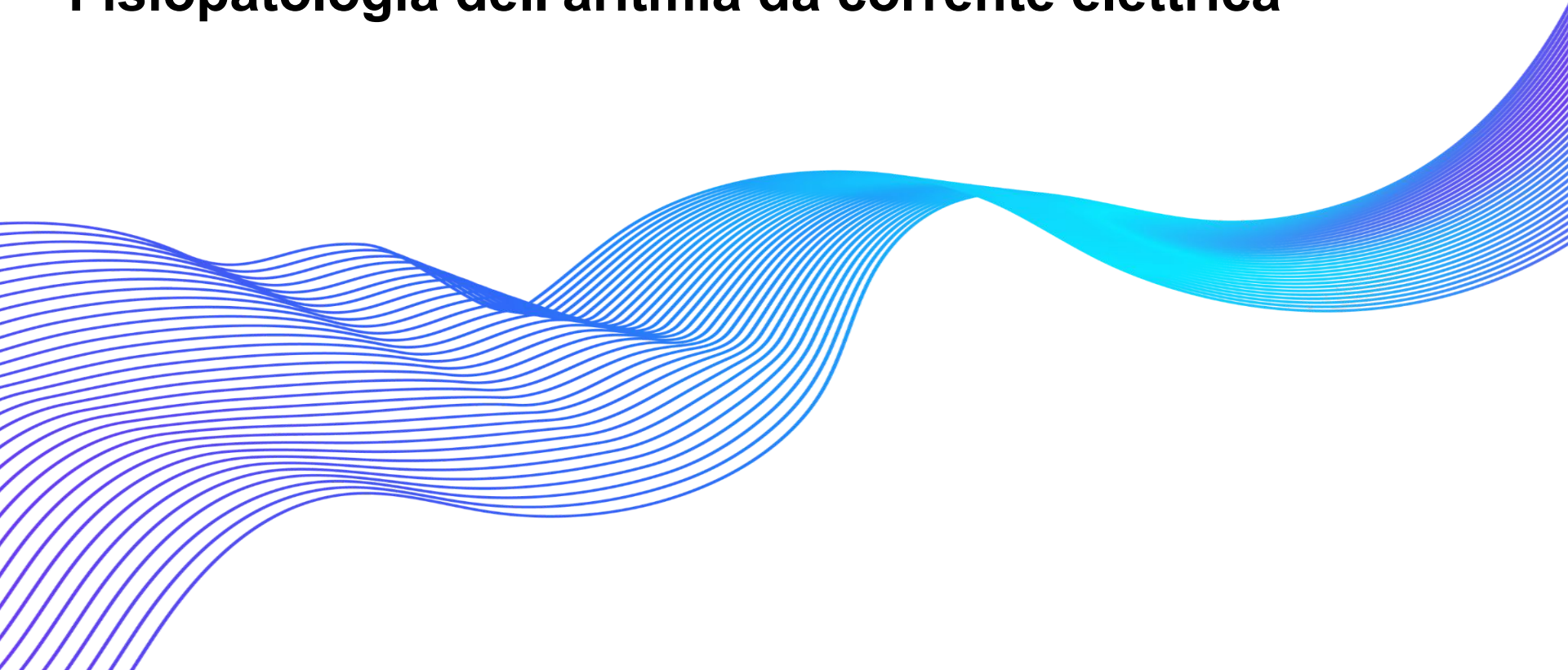
Beck usò un defibrillatore a corrente alternata (AC) con piastre applicate direttamente sul cuore esposto (defibrillazione interna), dimostrando che la teoria di Prévost e Battelli funzionava sugli esseri umani.

Curiosità storica

Qualche anno dopo, nel 1956, il cardiologo americano Paul M. Zoll con alcuni suoi colleghi dimostrò che era possibile defibrillare il cuore con successo anche attraverso il torace (defibrillazione esterna), utilizzando una scarica a voltaggio molto più alto.

Questo aprì la strada alla possibilità di utilizzare la defibrillazione al di fuori della sala operatoria.

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica



Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

La fibrillazione ventricolare è una disorganizzazione totale dell'attività elettrica del cuore, che porta a contrazioni ventricolari rapide, scoordinate e inefficaci. Il cuore, non riuscendo più a pompare il sangue in circolo, provoca un immediato arresto cardiocircolatorio

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Meccanismo di Innesco (Microshock)

Il passaggio della corrente elettrica esterna interferisce direttamente con il sistema di conduzione elettrica intrinseco del miocardio.

L'innescò della FV dipende da diversi fattori, tra i quali:

- Intensità della Corrente (I);
- Tempo di Contatto (t);
- Percorso della Corrente;
- Corrente Alternata (AC) vs. Corrente Continua (DC).

Analizziamoli nel dettaglio...

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Intensità della Corrente (I)

Correnti dell'ordine di 50-100 mA (corrente alternata a 50 Hz) che attraversano il cuore sono considerate la soglia critica per la fibrillazione ventricolare (macroshock).

La corrente continua è generalmente meno pericolosa e richiede un valore circa 4 volte superiore per lo stesso effetto.

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Tempo di Contatto (t)

La probabilità di fibrillazione ventricolare aumenta con la durata dell'esposizione.

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Percorso della Corrente

Le correnti che seguono un percorso che include il cuore (es. mano-mano, mano-piede, mano-torace) sono le più pericolose.

Il percorso mano sinistra-torace è particolarmente a rischio (Fattore di corrente $\approx 1,5$).

Proviamo a spiegare cosa vuol dire...

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Il Fattore di Corrente (spesso chiamato anche Fattore di Percorso) è un parametro cruciale in elettrofisiologia forense e nella sicurezza elettrica che quantifica la pericolosità relativa di un determinato percorso che la corrente elettrica compie attraversando il corpo umano, con particolare riferimento al rischio di innescare la Fibrillazione Ventricolare.

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Quando si dice che il Fattore di Corrente F è $\approx 1,5$, significa:

1. Percorso specifico: ci si riferisce al percorso di contatto in cui la corrente elettrica fluisce dalla mano sinistra al torace (o viceversa), o in generale a qualsiasi percorso che attraversa il cuore in modo particolarmente diretto.
2. Riferimento: questo valore è un rapporto calcolato rispetto a un percorso di riferimento standard (al quale viene assegnato $F=1$). Il percorso di riferimento è generalmente considerato quello che va dalla mano sinistra ai piedi (o due mani ai piedi).
3. Maggiore pericolosità: poiché $1,5 > 1$, questo percorso è considerato più pericoloso di quello di riferimento per quanto riguarda il rischio di causare la fibrillazione ventricolare.

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

In termini pratici un $F=1,5$ indica che la probabilità che il cuore entri in FV è massima per quel tragitto.

Ciò è dovuto al fatto che il percorso mano sinistra-torace intercetta e attraversa direttamente il miocardio, aumentando la densità di corrente nell'area cardiaca, che è l'organo bersaglio più vulnerabile.

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Il Fattore di Percorso F viene utilizzato per calcolare la corrente equivalente (I_{eq}) che il cuore riceve, normalizzando i dati al percorso di riferimento.

Se I è la corrente effettiva che attraversa il corpo, la corrente equivalente (I_{eq}) che determina il rischio di fibrillazione ventricolare è data da:

$$I_{eq} = I/F$$

Nel caso del percorso mano sinistra-torace $F=1,5$ si ha:

$$I_{eq} = I/1,5$$

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Poiché F è alto (maggiore di 1), la formula sembra indicare che la corrente equivalente sia minore.

Tuttavia, l'interpretazione convenzionale è l'opposto.

Questo fattore viene spesso utilizzato per modificare la soglia di corrente pericolosa (I_{soglia}) in base al percorso.

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

F è, quindi, un indice di pericolosità che si applica alla soglia di fibrillazione.

La soglia di corrente necessaria per innescare la fibrillazione ventricolare è più bassa per i percorsi con un alto fattore F.

Se la soglia di fibrillazione per il percorso di riferimento ($F=1$) è, ad esempio, 100mA, la soglia di fibrillazione ventricolare (FV) per il percorso mano-torace ($F=1,5$) è ridotta (circa I_{FV}/F).

Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Ciò significa che è sufficiente una corrente inferiore per provocare l'aritmia fatale se il tragitto è mano-torace.

Percorso	Fattore F	Rischio di FV
Mano SX- Torace	$\approx 1,5$	Massimo (Minima corrente richiesta per la FV)
Mano SX- Piedi	$= 1,0$	Riferimento
Mano DX- Mano SX	$\approx 0,4$	Basso (maggiore corrente richiesta per la FV)

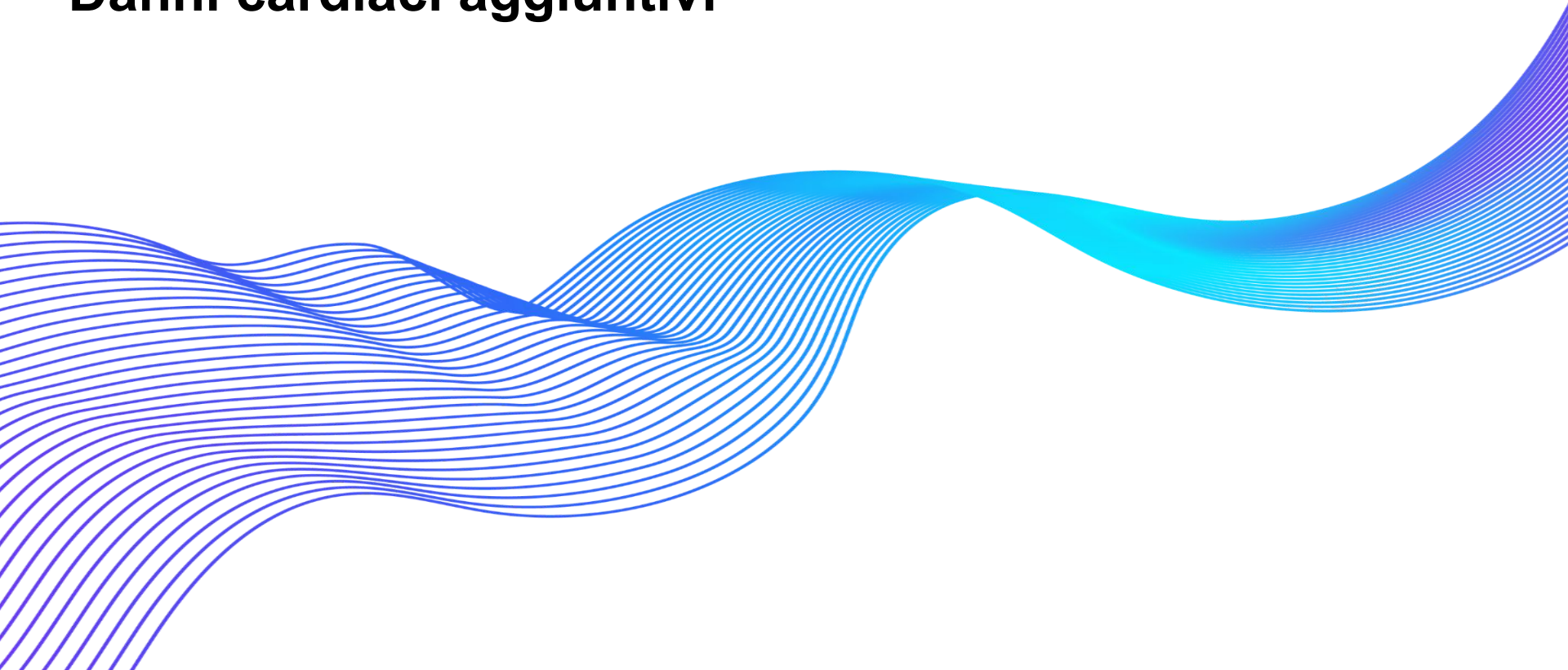
Fisiopatologia dell'aritmia da corrente elettrica

Corrente Alternata (AC) vs. Corrente Continua (DC):

La corrente alternata a bassa frequenza (50/60 Hz, come la corrente domestica) è la più insidiosa poiché l'interferenza con il ciclo cardiaco, in particolare nel periodo vulnerabile (fase di ripolarizzazione), è più probabile.

La fase di ripolarizzazione è un concetto chiave in elettrofisiologia e si riferisce al rapido ripristino del potenziale elettrico di riposo in una cellula eccitabile, come una cellula nervosa o muscolare, subito dopo che è stata attivata.

Danni cardiaci aggiuntivi

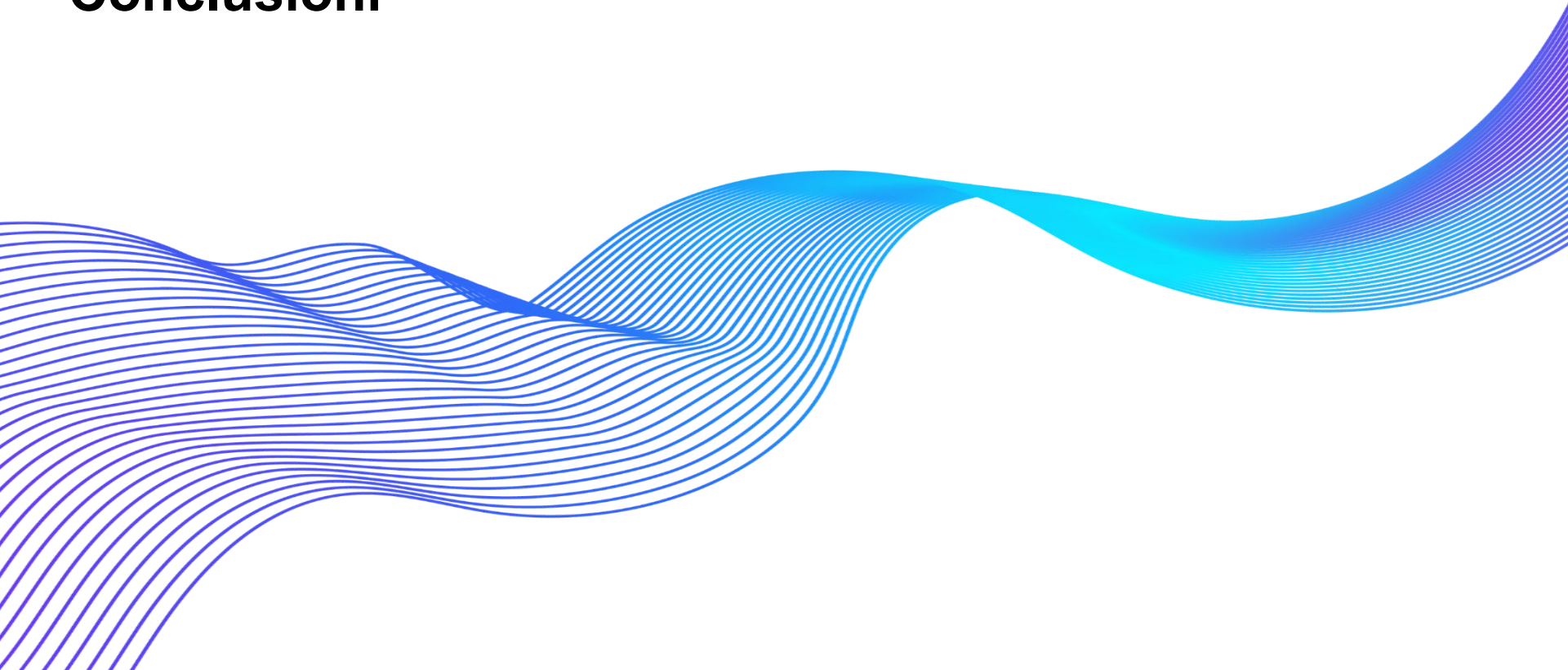


Danni cardiaci aggiuntivi

Oltre alla fibrillazione ventricolare diretta, la scossa elettrica può causare anche:

- Asistolia: arresto cardiaco totale, più comune con alte tensioni o fulmini;
- Danno Miocardico diretto: necrosi miocardica (infarto miocardico) a seguito del danno termico e diretto della corrente;
- Tetania muscolare respiratoria: contrazione prolungata dei muscoli respiratori, che può portare ad asfissia e successivo arresto cardiaco secondario.

Conclusioni



Conclusioni

L'elettrocuzione con fibrillazione ventricolare è una vera emergenza medica che richiede un intervento immediato e standardizzato secondo i protocolli di rianimazione cardiopolmonare.

Cenni di primo intervento saranno dati in un altro modulo della formazione CEI 11-27:2025.



Grazie per l'attenzione

Aggiornamenti Tecnici **ASSOCERT**

Formazione CEI 11-27:2025

Effetti dell'elettricità sul corpo umano:
la fibrillazione ventricolare
rev.0 del 12.11.2025