

Articolo

Modello di logica quantistica biologica nel DNA

F. Matthew Mihelic

Dipartimento di Medicina di Famiglia, Università del Tennessee Graduate School of Medicine, 1924 Alcoa Highway, U-67, Knoxville, TN 37920, USA; E-mail: fmihelic@utmck.edu ; Tel .: + 1-865-305-9352; Fax: + 1-865-305-6532

Ricevuto: 3 giugno 2013; in forma rivista: 4 luglio 2013 / Accettato: 19 luglio 2013 / Pubblicato: 2 agosto 2013

Astratto: La molecola di DNA ha proprietà che le consentono di agire come un processore logico quantistico. È stato dimostrato che esiste una conduzione coerente degli elettroni longitudinalmente lungo la molecola di DNA attraverso interazioni di impilamento π delle basi nucleotidiche aromatiche, ed è stato anche dimostrato che gli elettroni che si muovono longitudinalmente lungo la molecola di DNA sono soggetti a un effetto di filtraggio dello spin degli elettroni molto efficiente poiché l'elicità della molecola di DNA interagisce con lo spin dell'elettrone. Ciò significa che, nel DNA, gli elettroni sono condotti in modo coerente lungo un filtro di spin molto efficiente. Lo spin dell'elettrone coerente è mantenuto in una simmetria chirale reversibile logicamente e termodinamicamente tra gli enantiomeri C2-endo e C3-endo della porzione desossiribosio in ciascun nucleotide, il che consente a ciascun nucleotide di funzionare come un gate quantistico.

Parole chiave: logica quantistica; DNA; coerenza quantistica

1. Introduzione

Nel 1944 Schrödinger intuì che i processi quantomeccanici inerenti a un sistema biologico devono aver luogo nel materiale genetico di controllo del sistema, e che quel materiale genetico deve quindi essere sotto forma di una sorta di "cristallo aperiodico" [1]. Nel 1953, quella genetica "aperiodica

crystal "è stato caratterizzato da Watson e Crick come la doppia elica della molecola di DNA. Watson e Crick furono fortemente influenzati da Schrödinger, ma la logica della meccanica quantistica che costituiva la base di quell'influenza fu dimenticata. Gli ultimi sessant'anni hanno portato a un enorme aumento delle informazioni riguardanti la meccanica quantistica e gli acidi nucleici, quindi è ora possibile descrivere un modello praticabile del meccanismo della logica quantistica nel DNA che è coerente con l'intuizione logica di Schrödinger.

In breve, la molecola di DNA ha proprietà che le consentono di agire come un processore logico quantistico. Un elettrone o il suo stato quantistico può essere condotto coerentemente o teletrasportato quantistico longitudinalmente lungo la coerenza fornita dall'impilamento pi delle basi nucleotidiche della molecola di DNA [2]. Quando un elettrone o il suo stato quantistico viene condotto o teletrasportato longitudinalmente lungo la molecola di DNA, è simultaneamente soggetto a un effetto di filtrazione dello spin elettronico che è determinato dall'interazione dell'elicità della molecola del DNA con lo spin dell'elettrone [3], e ciò fornisce i mezzi per la deposizione selettiva di un singolo elettrone, o la lettura di un singolo stato di elettrone, in una specifica porta quantica del singolo nucleotide come determinato dalla direzione di spin dell'elettrone e dalla distanza di coerenza lungo la molecola di DNA. Le operazioni logiche quantistiche nel DNA avvengono tramite una capacità di porta logica quantistica in ciascun nucleotide che è fornita da una funzione del motore di Szilard logicamente e termodinamicamente reversibile [4] della porzione desossiribosio attraverso la quale lo spin elettronico coerente è mantenuto in una simmetria enantiomerica tra C2-endo ed enantiomeri C3-endo nel nucleotide. La rottura di simmetria che prevede la decisione quantistica nel sistema è determinata dalla direzione di spin di un elettrone che ha un momento angolare orbitale sufficiente a superare la barriera energetica del potenziale del doppio pozzo che separa gli enantiomeri C2-endo e C3-endo desossiribosio. La barriera energetica di quel potenziale del doppio pozzo [5] è appropriata al limite di Landauer dell'energia necessaria per randomizzare un bit di informazione, consentendo così la determinazione della chiralità mediante spin degli elettroni a un livello di energia appropriato per il funzionamento logico quantistico. Le porte quantiche dei singoli nucleotidi sono mantenute in concatenazione coerente attraverso le interazioni di impilamento pi delle basi nucleotidiche nella molecola di DNA e le distanze di coerenza longitudinale possono essere influenzate dalla selezione enantiomerica del desossiribosio che può determinare un cambiamento nell'orientamento della base del nucleotide da parte di una variazione dell'angolo di legame N-glucosidico. La natura cristallina della molecola di DNA consente una coerenza temporale estesa del sistema attraverso il suo nanospazio progettato con precisione che limita i gradi di libertà su cui possono avere effetto fattori entropici come la temperatura o la solvatazione, e all'interno della quale logica quantistica topologica intrinsecamente tollerante ai guasti le operazioni possono aver luogo.

Dovrebbero esistere determinate condizioni affinché si verifichino processi logici quantistici. Un sistema logico quantistico deve avere un percorso di coerenza attraverso il quale i qubit di informazioni sovrapposte possono essere condotti e mantenuti in sovrapposizione, così come un meccanismo di decisione quantistica mediante il quale tale coerenza può essere spezzata, e anche una porta quantistica mediante la quale quei qubit di le informazioni sovrapposte possono interagire in modo coerente. Questi componenti di un sistema logico quantistico sono proprietà del DNA e come tali forniscono la funzione logica quantistica della molecola di DNA.

La conduzione coerente degli elettroni lungo l'impilamento pi delle coppie di basi nucleotidiche nel DNA è stata dimostrata da diversi ricercatori [2,6], e ciò consentirebbe che le informazioni contenute nella sequenza della coppia di basi nucleotidiche siano mantenute coerentemente tra quei nucleotidi che sono coinvolti in quella conduzione coerente. Inoltre è stato dimostrato che l'elicità della molecola di DNA fornisce un effetto di filtraggio dello spin degli elettroni molto efficiente sugli elettroni che si muovono longitudinalmente lungo la molecola di DNA [3]. Ciò significa che nel DNA gli elettroni sono condotti in modo coerente lungo un elettrone

filtro di spin che può discriminare tra i loro stati di spin, e quindi filtrare selettivamente gli elettroni di una particolare direzione di spin fuori dal percorso di conduzione se hanno viaggiato abbastanza lontano lungo la molecola da generare una forza elettromotrice sufficiente come sarebbe necessaria per tale selezione [7, 8]. Ciò consentirebbe la filtrazione di un elettrone o del suo stato in un punto selettivo che è determinato dal suo stato di spin e dalla distanza che è condotto in modo coerente lungo la molecola di DNA, e quel punto selettivo è un singolo nucleotide che funziona come un quanto cancello.

Un motore Szilard utilizza le informazioni per convertire la quantità di moto di una particella in lavoro utile, ed è stato teoricamente dimostrato come un motore Szilard possa essere costruito fisicamente dalle informazioni mediante le quali funziona in modo tale da renderlo simultaneamente reversibile sia logicamente che termodinamicamente, e quindi funzionano come una porta logica quantistica [4]. Il DNA è un polimero che costituisce fisicamente l'informazione che definisce il concetto e la funzione del sistema biologico in cui si trova, e poiché la molecola di DNA è la fisicità dell'informazione genetica mediante la quale funziona un sistema biologico, dovrebbe essere considerata come potenzialmente possedere tale funzione di porta logica quantistica reversibile logicamente e termodinamicamente se la funzione del motore di Szilard dovesse aver luogo al suo interno [9,10]. Si può teoricamente dimostrare che tale funzione reversibile del motore di Szilard ha luogo in ciascun nucleotide di una molecola di DNA, consentendo ai nucleotidi di funzionare come porte quantistiche concatenate mediante le quali i qubit di spin dell'elettrone possono interagire in modo coerente. È così che una funzione di porta logica quantistica del motore di Szilard reversibile teorica nel DNA si combina con le proprietà dimostrate del DNA di conduzione elettronica coerente e filtrazione dello spin elettronico per effettuare la funzione logica quantistica all'interno e attraverso la molecola di DNA.

2. Anello furanoso "Pseudorotazione"

La funzione di porta quantistica che abilita la funzione logica quantistica nel DNA si verifica nella porzione desossiribosio del nucleotide del DNA. Il desossiribosio deriva dalla molecola del furanosio ed è uno zucchero ciclico a 5 atomi di carbonio che ha una struttura ad anello "raggrinzita". La struttura ad anello mostra una "pseudorotazione" attorno a una serie di cambiamenti conformazionali in quel "pucker di zucchero" e le barriere energetiche tra i cambiamenti conformazionali sono relativamente basse. Di particolare importanza sono le conformazioni degli enantiomeri C2-endo e C3-endo che sono separate da una barriera energetica di 0,6 kcal / mole [5]. (Si noti che questo articolo si occuperà principalmente degli enantiomeri C2-endo e C3-endo, ma che anche altre conformazioni di pseudorotazione dell'anello furanoso non discusse qui possono avere rilevanza per i processi logici quantistici del DNA). La barriera energetica tra questi due enantiomeri è abbastanza bassa da consentire un facile spostamento conformazionale avanti e indietro tra di loro, e quando un tale spostamento si verifica nell'anello desossiribosio della molecola di DNA ha effetto altri significativi cambiamenti conformazionali nel nucleotide di cui fa parte. In particolare, quando l'enantiomero C2-endo si sposta sull'enantiomero C3-endo, si verifica una rotazione attorno al legame C3-C4 che può determinare uno spostamento negli orientamenti del carbonio C3 e del carbonio C5, e questo determina un spostamento conformazionale locale nella spina dorsale di DNA fosfato che cambia l'orientamento e la distanza tra i rispettivi atomi di fosforo attaccati. Allo stesso tempo questo spostamento enantiomerico tra C2-endo e C3-endo può determinare un cambiamento significativo nell'angolo del legame N-glucosidico che cambia l'orientamento della base nucleotidica che è attaccata al carbonio C1 della porzione desossiribosio del nucleotide. Quindi nella porzione desossiribosio del nucleotide del DNA un cambiamento conformazionale a bassa energia tra C2-endo

e gli enantiomeri C3-endo possono provocare cambiamenti significativi nella conformazione di una porzione dello scheletro fosfato e anche nell'orientamento della base nucleotidica [11].

3. Un QuantumGate nella frazione desossiribosio

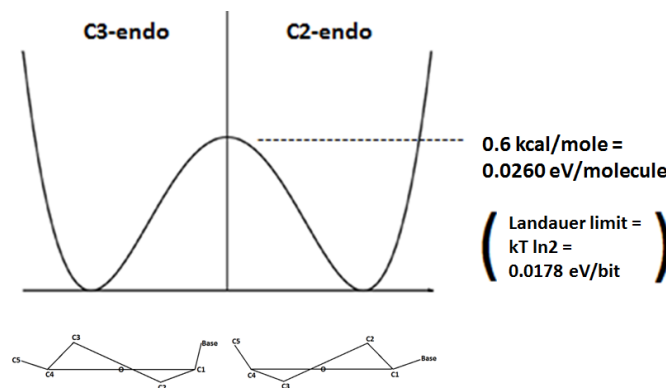
Esiste effettivamente una simmetria o un tipo di equilibrio quantistico che esiste attraverso ciò che equivale a un doppio pozzo potenziale tra le conformazioni C2-endo e C3-endo desossiribosio, e la selezione enantiomerica tra questi due isomeri conformazionali è in definitiva determinata dallo spin dell'elettrone. Lo spin dell'elettrone è noto per determinare la chiralità degli stereoisomeri a causa dell'accoppiamento spin-orbita in un centro chirale, e quindi ne seguirebbe che da qualche parte nel nucleotide c'è un legame covalente in un centro chirale che determinerebbe questa conformazione enantiomerica dell'anello desossiribosio. La posizione probabile per un tale legame covalente enantiomerico desossiribosio che determina la chiralità nel nucleotide è il legame covalente tra il carbonio C2 e il carbonio C3, che si trova tra l'ovvio centro chirale in C3 e il non così evidente centro chirale atropisomerico in C2. Il momento angolare orbitale di un elettrone può fornire l'energia necessaria per superare la barriera di energia relativamente bassa tra le conformazioni C2-endo e C3-endo, e la direzione dello spin dell'elettrone può fornire la direzione per determinare la selezione chirale tra i due enantiomeri. Questa conversione del momento angolare orbitale di una particella e della direzione di spin nel lavoro utile di selezione fisica tra due enantiomeri effettua una rottura di simmetria, ed è essenzialmente la funzione di un motore di Szilard [12] che si sta verificando all'interno della fisicità dell'informazione che è DNA,

Sebbene il motore Szilard tradizionalmente teorizzato non sia termodinamicamente reversibile, è stato teoricamente dimostrato che un motore Szilard sarà logicamente e termodinamicamente reversibile se il suo meccanismo è limitato in parte dalla fisicità delle informazioni con cui funziona in modo tale che quell'informazione è disponibile simultaneamente su entrambi i lati del muro di delimitazione del motore, e che un tale motore Szilard reversibile sarebbe quindi in grado di funzionare come una porta quantistica [4]. Lo spostamento enantiomerico tra le conformazioni C2-endo e C3-endo nella parte desossiribosio della molecola di DNA si verifica perché il momento angolare orbitale dell'elettrone (insieme alla direzione dello spin dell'elettrone) viene convertito nell'utile lavoro di selezione enantiomerica, e questa è essenzialmente la funzione del motore di Szilard perché l'essenza della funzione del motore di Szilard è che l'informazione è usata per convertire la quantità di moto delle particelle nel lavoro utile di una rottura di simmetria [12]. I nucleotidi svolgono questa funzione di rottura della simmetria della determinazione della chiralità utilizzando le informazioni di sequenza della coppia di basi che sono coerentemente trattenute all'interno e tra di loro a causa delle interazioni di impilamento pi delle basi nucleotidiche aromatiche, e poiché quell'informazione forma fisicamente parte del suo confine, quel meccanismo del motore di Szilard è logicamente e termodinamicamente reversibile e quindi funziona come una porta quantistica.

Se il legame C3-C4 è vincolato nell'anello desossiribosio del DNA, le conformazioni enantiomeriche C2-endo e C3-endo sono separate da una barriera energetica di 0,6 kcal / mole in quello che può essere considerato un doppio pozzo potenziale [5]. È da notare che questo 0,6 kcal / mole si converte matematicamente a circa 0,0260 eV per molecola, e questo è significativo perché è simile, ma appropriatamente superiore a 0,0178 eV per bit, che è il cosiddetto "limite di Landauer" ($kT \ln 2$) dell'energia necessaria per cancellare un bit di informazione a 25 ° C. Pertanto, la barriera energetica rappresentata

dal potenziale doppio pozzo tra le conformazioni enantiomeriche C2-endo e C3-endo può essere superato dal momento angolare orbitale di un elettrone che è appropriato al limite di Landauer dell'energia necessaria per randomizzare un bit di informazione, e una volta che quel bit è randomizzato la direzione dello spin dell'elettrone può determinare la conformazione enantiomerica. Quindi l'energia necessaria per rompere la simmetria di quello che è essenzialmente un doppio pozzo potenziale impostato tra le conformazioni enantiomeriche C2-endo e C3-endo, è appropriata all'energia teorica necessaria per randomizzare un bit di informazione, che consente una conservazione molto efficiente e manipolazione delle informazioni come sarebbe appropriato alla funzione di una porta quantistica (Figura 1).

Figura 1. Quando la rotazione attorno al legame C3-C4 è vincolata, esiste un potenziale doppio pozzetto in cui gli enantiomeri C3-endo e C2-endo sono separati da una barriera energetica di 0,6 kcal / mole, e questa barriera energetica è opportunamente leggermente superiore al limite di Landauer dell'energia necessaria per randomizzare un bit di informazione. Questa barriera energetica può essere superata dall'energia associata al momento angolare orbitale di un elettrone condotto in modo coerente che è passato longitudinalmente attraverso il filtro di rotazione elicoidale della molecola di DNA. Con la barriera energetica superata e quindi essenzialmente "randomizzata", la direzione di spin di quell'elettrone può determinare la selezione / decisione enantiomerica tra C3-endo e C2-endo.



4. Trasporto di elettroni coerente nel DNA

Le informazioni contenute nella sequenza della coppia di basi della molecola di DNA forniscono le informazioni mediante le quali funziona un gate quantistico del motore di Szilard degli acidi nucleici (NASE) perché tale informazione è essenzialmente condivisa tra i nucleotidi collegati in modo coerente e le rispettive porte quantistiche NASE. La molecola di DNA ha dimostrato di essere sia un conduttore coerente di elettroni che un filtro di spin di elettroni, e queste due qualità si combinano per consentire la concatenazione e la funzione coerente delle porte quantistiche NASE. La conduzione elettronica coerente dimostrata avviene longitudinalmente lungo la molecola di DNA, teoricamente a causa delle interazioni coerenti tra gli orbitali pi elettroni delle basi nucleotidiche aromatiche impilate [2,6]. Questo "impilamento pi" fornisce la coerenza necessaria per consentire la conduzione elettronica e / o il potenziale per il teletrasporto quantistico dello stato quantistico di un elettrone. Poiché questa conduzione coerente o teletrasporto di elettroni avviene, è soggetta agli effetti di filtrazione dello spin della molecola di DNA. A causa dell'interazione dello spin dell'elettrone con l'elicità della molecola di DNA, un elettrone condotto longitudinalmente lungo l'elica può

essere "filtrato" dall'elica dalla forza di una forza elettromotrice generata da un'interazione dello spin dell'elettrone e da un effetto simile all'induttanza dell'elica del DNA [7,8]. La forza della forza elettromotrice generata in tale interazione dipende in parte dalla distanza alla quale l'elettrone sarebbe condotto lungo l'elica del DNA, e quindi un elettrone che ruota nella direzione appropriata verrebbe "filtrato" dall'elica del DNA a qualunque distanza sarebbe necessario sviluppare una forza elettromotrice sufficiente perché avvenga la filtrazione [3]. Un elettrone che non gira nella direzione appropriata non verrebbe "filtrato" e continuerebbe lungo il percorso coerente dell'elica del DNA fino a quando tale coerenza non fosse interrotta. La coerenza fornita dall'impilamento pi delle basi nucleotidiche del DNA dipende dall'orientamento geometrico di tali basi e tale orientamento può essere influenzato da un cambiamento nell'angolo di legame N-glucosidico causato dallo spostamento enantiomerico tra C2-endo e Conformazioni C3-endo della frazione desossiribosio del nucleotide. Pertanto, la distanza di coerenza e la filtrazione di spin degli elettroni associata possono determinare, o essere determinati, dai cambiamenti conformazionali nella porzione desossiribosio che sono controllati attraverso la porta quantistica NASE. Inoltre, la distanza di coerenza e la filtrazione di spin degli elettroni associata possono determinare in quale porta quantica NASE del nucleotide un elettrone (o il suo stato) verrà depositato (o letto). e tale orientamento può essere influenzato da un cambiamento nell'angolo di legame N-glucosidico causato dallo spostamento enantiomerico tra le conformazioni C2-endo e C3-endo della porzione desossiribosio del nucleotide. Pertanto, la distanza di coerenza e la filtrazione di spin degli elettroni associata possono determinare, o essere determinati, dai cambiamenti conformazionali nella porzione desossiribosio che sono controllati attraverso la porta quantistica NASE. Inoltre, la distanza di coerenza e la filtrazione di spin degli elettroni associata possono determinare in quale porta quantica NASE del nucleotide un elettrone (o il suo stato) verrà depositato (o letto). e tale orientamento può essere influenzato da un cambiamento nell'angolo di legame N-glucosidico causato dallo spostamento enantiomerico tra le conformazioni C2-endo e C3-endo della porzione desossiribosio del nucleotide.

5. Misurazione e coerenza degli elettroni intrecciati

L'azione di un elettrone che passa attraverso il filtro di spin elicoidale del DNA costituisce essenzialmente una "misura" dello spin di quell'elettrone, tuttavia, se la distanza percorsa da quell'elettrone non è sufficiente a generare una forza elettromotrice sufficiente a "filtrare" quell'elettrone, quindi nessuna "misura" è fatta dello spin di quell'elettrone. Se quell'elettrone "non misurato" è un membro di una coppia entangled, e se anche il secondo membro di quella coppia di elettroni entangled rimane "non misurato", allora gli stati di spin di entrambi gli elettroni nella coppia entangled rimarrebbero non dichiarati e la coppia di elettroni entangled manterrebbe la sua coerenza non locale. Se lo (stato del) primo elettrone della coppia entangled, con il suo spin "non misurato", dovevano essere condotti e depositati in (o letti in) il legame covalente che determina la chiralità della porta quantica NASE di un nucleotide, allora nessuna determinazione della chiralità sarebbe o potrebbe essere fatta in quel legame perché nessuno spin era stato ancora determinato per quell'elettrone, e ci sarebbe una flessibilità coerente nella topologia della molecola di DNA nella posizione di quel nucleotide. Quella flessibilità sarebbe rimasta finché il secondo elettrone della coppia entangled non fosse stato in qualche modo "misurato" e il suo spin così "dichiarato", il che avrebbe immediatamente portato alla "dichiarazione" dello spin del primo elettrone che era stato depositato (o letto in) il legame covalente che determina la chiralità enantiomerica desossiribosio della porta quantica NASE del nucleotide, il che porterebbe ad una "dichiarazione" chirale nel legame e conseguente selezione enantiomerica tra le conformazioni C2-endo e C3-endo. La simmetria tra gli enantiomeri C2-endo e C3-endo esiste all'interno della funzione di un motore Szilard logicamente e termodinamicamente reversibile, che serve a mantenere la coerenza dell'elettrone "non dichiarato" nel legame covalente che determina la chiralità della porta quantica NASE del nucleotide, fino a quando tale coerenza non viene interrotta da una misurazione dello spin dell'altro elettrone della coppia entangled, che costituirebbe una decisione quantistica che provocherebbe una rottura nella simmetria enantiomerica e "bloccherebbe" la parte desossiribosio in entrambi i C2-endo o enantiomero C3-endo.

6. Simultaneità della logica quantistica

La natura della logica quantistica è tale che i processi logici quantistici del DNA avvengono simultaneamente l'uno con l'altro all'interno e attraverso la coerenza del sistema fino a quando tale coerenza non viene interrotta da una misurazione. È così che il potenziale del doppio pozzo che esiste tra gli stati energetici enantiomerici C2-endo e C3-endo in ciascun nucleotide fornisce l'equilibrio quantistico che consente a più porte quantistiche NASE di mediare simultaneamente e in modo coerente più trasferimenti di potenziali elettroni lungo l'elica di filtraggio dello spin della molecola di DNA. Questa è una simmetria reversibile fino a quando una particolare selezione enantiomerica non viene determinata in una particolare porta quantica NASE in un particolare nucleotide. Il filtraggio di spin che si verifica durante la conduzione coerente longitudinalmente lungo la molecola di DNA fornisce la misura che è la decisione quantistica della selezione enantiomerica. Tale selezione enantiomerica all'interno di un sistema di porte quantistiche NASE collegate in modo coerente costituisce la decisione quantistica che determinerebbe la decoerenza di quella (parte del) sistema.

7. Coherence Stability

Il tempo di durata della coerenza appropriato alla funzione della logica quantistica nel DNA è fornito dalle qualità del DNA stesso e la natura cristallina del DNA fornisce una stabilità coerente che è stata intuita da Schrödinger. Come accade nel DNA, il design regolare e preciso del nanospazio di un cristallo limita i gradi di libertà su cui possono avere effetto fattori entropici come la temperatura o la solvatazione [13], perché se c'è un solo grado di libertà in una situazione allora c'è zero entropia che può essere indotta in quella situazione. Quindi la logica quantistica nel DNA per sua natura implica un processo di cambiamento topologico nella molecola del DNA e la logica quantistica topologica per sua natura è un processo tollerante ai guasti.

La stabilizzazione della coerenza degli stati di spin dell'elettrone entangled ma "non dichiarato" nella flessibilità coerente del potenziale del doppio pozzo che separa la simmetria enantiomerica tra le conformazioni C2-endo e C3-endo fornisce una funzione di porta quantistica che, in congiunzione con le qualità di DNA che in modo coerente e selettivo conducono e fanno ruotare gli elettroni del filtro, costituisce la base delle operazioni logiche quantistiche nella molecola del DNA. Il design preciso del nanospazio in cui ciò si verifica annulla gli effetti entropici della temperatura e della solvatazione e consente quindi la coerenza a lungo termine necessaria nei sistemi biologici.

8. Conclusioni

Questo documento ha presentato un modello finora non riconosciuto di logica quantistica che si svolge nella molecola di DNA che è scalabile a un gran numero di qubit e si verifica a temperatura ambiente. I punti chiave del modello sono che le proprietà del DNA della conduzione coerente degli elettroni e il filtraggio di spin degli elettroni funzionano insieme simultaneamente per leggere selettivamente i qubit di spin degli elettroni nella funzione di porta quantistica di una simmetria enantiomerica nella parte desossiribosio dei singoli nucleotidi selezionato specificatamente per interazione di filtrazione con spin elicoidale e distanza di coerenza longitudinale lungo la molecola di DNA. Perturbazioni del sistema logico quantistico del DNA

molecola può derivare da molecole incontrate dal sistema, come le proteine che si legano alla molecola di DNA, e queste perturbazioni possono provocare cambiamenti topologici nella molecola di DNA che sono mediati / coordinati attraverso le capacità di elaborazione della logica quantistica della molecola di DNA. Questa comprensione della logica quantistica biologica che ha luogo nella molecola del DNA può aprire nuove prospettive di comprensione biologica e può fornire un modello concettuale per l'architettura dell'informatica quantistica artificiale.

Conflitto d'interesse

L'autore dichiara di non avere conflitti di interesse.

Riferimenti

1. Schrödinger, ER *Cos'è la vita? L'aspetto fisico della cellula vivente*; Cambridge University Press: Cambridge, Regno Unito, 1944.
2. Rieper, E .; Anders, J .; Vedral, V. Entanglement quantistico tra le nuvole di elettroni degli acidi nucleici nel DNA. **2011**, arXiv: 1006.4053v2.
3. Göhler, B .; Hamelbeck, V .; Markus, T .; Kettner, M .; Hanne, G .; Vager, Z .; Naaman, R .; Zacharias, selettività H. Spin nella trasmissione di elettroni attraverso monostrati autoassemblati di DNA a doppia elica. *Scienza* **2011**, *331*, 894–897.
4. Mihelic, reversibilità del motore FM Szilard come funzione di porta quantistica. *SPIE Proc.* **2012**, *8400*, 84000C. Levitt, M .; Warshel,
5. A. Estrema flessibilità conformazionale dell'anello furanoso nel DNA e RNA. *Marmellata. Chem. Soc.* **1978**, *100*, 2607–2613.
6. Dekker, C .; Ratner, MA Proprietà elettroniche del DNA. Disponibile online: http://www.ceesdekker.net/files/PW_DNA.pdf (consultato il 3 giugno 2013).
7. Gutierrez, R .; Diaz, E .; Naaman, R .; Cuniberti, G. Trasporto selettivo di spin attraverso sistemi molecolari elicoidali. *Phys. Rev. B* **2012**, *85*, 081404.
8. Guo, A .; Sole, Q. Trasporto selettivo di elettroni nella doppia elica del DNA. *Phys. Rev. Lett.* **2012**, *108*, 218102.
9. Mihelic, FM Un modello teorico di calcolo quantistico multi-agente. *SPIE Proc.* **2011**, *8057*, 80570P. Mihelic, FM Un
10. meccanismo teorico della funzione del motore di Szilard negli acidi nucleici e le implicazioni per la coerenza quantistica nei sistemi biologici. *Conf. AIP Proc.* **2010**, *1316*, 287–290. Blake, RD *Biopolimeri informativi di geni ed espressione genica*; University
11. Science Books: Sausalito, CA, USA, 2005; pagg. 275–276.
12. Parrando, JMR Il motore Szilard rivisitato: entropia, casualità macroscopica e transizioni di fase di rottura della simmetria. *Caos* **2011**, *11*, 725–733.
13. Maeda, R .; Wada, T .; Kusaka, A .; Mori, T .; Iwamoto, M .; Inoue, Y. Ruolo dell'entropia nella fotochirogenesi supramolecolare: fotoisomerizzazione enantiodifferenziante dei ciclooteni in cavità MCM-41 immobilizzate con sensibilizzatore chirale. *Fotochem. Photobiol. Sci.* **2011**, *10*, 1390–1392.