

## PROPOSTA DI SOLUZIONE di “ Siamo tutti sportivi”

### **A. Spiega a Giulia, in modo preciso ed esauriente, come funzionano e come diversamente si attivano i sistemi energetici nelle fibre muscolari, quando corre sulla lunga distanza e quando si allena in pista.**

Dopo aver analizzato i vari documenti, lo studente è in grado di affermare che strutturalmente la muscolatura di Giulia è costituita per la maggior parte da fibre rosse; in questo tipo di cellule il sistema energetico prevalente è quello di tipo aerobico, suddiviso in tre serie di reazioni, glicolisi, ciclo di Krebs e sistema di trasporto degli elettroni; questo sistema si attiva in presenza di un sufficiente apporto di ossigeno, ha la capacità di bruciare fino in fondo i metaboliti (glicogeno muscolare e lipidi, come si vede in **Tab.I**), produce rifiuti facilmente eliminabili (acqua e anidride carbonica) e garantisce la prestazione sportiva sulla lunga distanza. Dalla **Tab.III** si può notare come in tutte le gare elencate c'è una diversa percentuale di reclutamento dell'energia aerobica o anaerobica, e le gare di atletica sulle lunghe distanze attivano prevalentemente il sistema aerobico. Le fibre veloci bianche vengono utilizzate per effettuare esercizi di breve durata ma che richiedono il massimo dello sforzo muscolare: il loro è un lavoro di tipo anaerobico e il sistema energetico principalmente utilizzato è quello della glicolisi anaerobica (vedi **Tab.I – Grafico I**), che comporta la scissione incompleta di glucosio in acido lattico, in assenza di ossigeno ( fermentazione); l'accumulo di questo metabolita oltre la SAN (vedi **Grafico II**) provoca rapidamente la sensazione di fatica muscolare. Nella spiegazione lo studente deve dimostrare di conoscere queste vie metaboliche citando i punti di snodo che conducono ad una via piuttosto che all'altra e fattori che spostano gli equilibri (*collegamento alla domanda seguente*).

**Siamo nell'ambito di “analizzare” e “indagare”**

### **B. Motiva a tua sorella quelli che sono, a tuo avviso, tutti i fattori che possono limitare le sue prestazioni sportive.**

Quando l'apporto di ossigeno al muscolo è insufficiente, in esso si attiva prevalentemente il sistema anaerobico. Esso va a utilizzare velocemente il glucosio proveniente dalla scissione del glicogeno, l'energia richiesta per la contrazione muscolare diventa presto insufficiente, segue un rapido incremento del lattato ematico e muscolare (viene superata la soglia anaerobica fissata a 4 mmol/L, vedi **Grafico II**). In questa condizione il lattato non può essere adeguatamente smaltito dal fegato e le conseguenze principali sono affaticamento muscolare, rallentamento dell'intensità di esercizio, acidosi metabolica. Pertanto si può affermare che il principale fattore limitante è l'ossigeno. Per Giulia lo sforzo di lunga durata è più attitudinale: la costituzione muscolare dei suoi arti inferiori deve essere composta in prevalenza da fibre rosse e lente, minore deve essere sicuramente la presenza di fibre bianche e veloci, ed è per questo motivo che la corsa in pista le riesce così difficile.

L'allenamento può portarla al miglioramento della soglia anaerobica: come si vede dal **Grafico II**, la curva lattato-velocità si sposta verso destra quando l'atleta è ben allenato, e quindi questa soglia si raggiunge ad una intensità di esercizio maggiore rispetto a quando lo stesso atleta non è allenato, aumentando così la qualità della prestazione.

A questo punto lo studente può chiedersi se un altro fattore limitante di un esercizio fisico possa essere un'alimentazione non adeguata prima di una seduta di allenamento (vedi **Tab.II**): se lo sforzo è breve ma intenso è sempre meglio assumere zuccheri semplici, pronti all'uso; per lo sforzo prolungato, invece è meglio nutrirsi di carboidrati complessi, a lento rilascio e bisogna assolutamente evitare, soprattutto sulle lunghe distanze, di avere “crisi” ipoglicemiche. I muscoli sono dei veri magazzini di glicogeno e durante gli allenamenti si svuotano ed è per questo che devono essere sempre prontamente riforniti

**Abilità: “indagare”**

### **C. Prepara una schema che riassume le caratteristiche atletiche di Giulia, in modo che tua sorella possa discuterne con il suo allenatore al fine di migliorare le sue prestazioni.**

Lo studente è libero di organizzare i risultati della sua ricerca come meglio crede, avvalendosi di modalità diverse, esprimendosi con linguaggio e termini appropriati

**Abilità: “comunicare” facendo una sintesi dei risultati**

## PROPOSTA DI SOLUZIONE "SUPERCOLLA"

1.

### a. Digestione con enzimi di restrizione

Il plasmide in esame contiene una origine della replicazione del plasmide (*ori*) e due geni che codificano per la resistenza a due diversi antibiotici, ampicillina (Ap) e tetraciclina (Tc). Tali geni di resistenza presentano dei siti "unici" ( non presenti in altre regioni del plasmide) che possono essere riconosciuti dagli enzimi di restrizione PstI o BamHI ed quindi essere utilizzati come siti di clonaggio per inserire un frammento di DNA. Per la preparazione del plasmide e del frammento da clonare occorre utilizzare l'enzima di restrizione BamHI perché taglia nelle sequenze che fiancheggiano il gene per la supercolla, indicate qui sotto:

5' - g / gatccaaaatctc \_\_\_\_\_ cgcgattag / gatcc - 3'  
3'- cctag / gtttttagag \_\_\_\_\_ gcgctaatacctag / g - 5'

E' necessario usare lo stesso enzima di restrizione sia per il plasmide che per il frammento da clonare in modo da generare estremità coesive analoghe su entrambi i DNA (plasmide ed inserto).

Si può inoltre notare che l'utilizzo di BamHI fa sì che l'inserimento del gene della supercolla nel sito di clonaggio interrompa il gene per la resistenza alla tetraciclina.

Non è possibile usare PstI perchè, pur generando estremità coesive, non è in grado di riconoscere e tagliare le sequenze fiancheggianti il gene che codifica per la supercolla.

### b. Inserimento del frammento nel plasmide

La tappa successiva è la ligazione, che consiste nel processo di saldatura delle estremità coesive presenti sia sulle molecole di plasmide linearizzato con l' enzima BamHI sia sui frammenti di DNA da clonare trattati con lo stesso enzima. Tale saldatura che darà origine ad un plasmide ricombinante (un plasmide contenente il gene che codifica per la supercolla) si attua in presenza dell'enzima DNA ligasi il quale catalizza il legame covalente fosfodiesterico tra le due molecole di DNA in esame. Occorre sottolineare che può anche avvenire una saldatura tra le estremità coesive presenti sul plasmide linearizzato in tal caso si forma un plasmide circolare identico a quello originario

### c. Trasformazione

A questo punto per introdurre il DNA plasmidico in cellule di *Escherichia coli* è necessario ricorrere alla Trasformazione ovvero aggiungere il DNA della miscela di ligazione alle cellule batteriche. É opportuno eseguire anche un controllo "negativo" della trasformazione costituito da cellule di *E coli* alle quali non si aggiunge DNA.

LO STUDENTE NON È TENUTO A CONOSCERE I PARTICOLARI TECNICI DELLA TRASFORMAZIONE DESCRITTI NELLA PARTE SOTTOSTANTE

Poiché *Escherichia coli* non è naturalmente trasformabile occorre rendere tali cellule competenti per l'ingresso di DNA tramite trattamenti chimico fisici. Una volta effettuata la trasformazione, prima di

procedere al piastramento su terreno solido occorre aggiungere (sia alla miscela di trasformazione che al controllo senza DNA) brodo nutritivo ed incubare per breve tempo alla temperatura ottimale per *Escherichia coli* (questa operazione è necessaria per rivitalizzare i batteri.)

2.

**a. Piastramento della trasformazione e del controllo su terreno solido**

Quando si effettua un esperimento di trasformazione, solo una piccola percentuale di batteri viene trasformata (circa 1 su un 10 milioni di cellule di *E. coli*); occorre quindi utilizzare terreni di coltura in grado di selezionare le cellule batteriche trasformate dal plasmide. Solo le molecole di plasmide a struttura circolare, siano esse ricombinanti (contenenti il frammento di DNA inserito nel plasmide), o non ricombinanti (senza inserto), saranno in grado di dare luogo alla formazione di colonie di *Escherichia.coli*, capaci di crescere nel terreno selettivo contenente un opportuno antibiotico. Poichè nel plasmide ricombinante il gene per la resistenza alla tetraciclina è interrotto dal gene che vogliamo clonare, occorre piastrare su terreno solido contenente **ampicillina** . Se si mette la tetraciclina impediamo la crescita di colonie che contengono il plasmide ricombinante. Anche il controllo va piastrato su ampicillina: se l'esperimento è stato condotto correttamente non si osserva la presenza di colonie dal momento che il ceppo di *E. coli* utilizzato è sensibile all'ampicillina.

**b. Analisi dei trasformanti per identificare i cloni ricombinanti**

Le colonie resistenti all'ampicillina possono contenere il plasmide originario che si è riciclarizzato oppure il plasmide ricombinante contenente l'inserto. Per sapere quali colonie presentano il plasmide ricombinante occorre trasferire (in modo ordinato ovvero nella stessa posizione sulle 2 piastre) le singole colonie ampicillina resistenti, ottenute dalla trasformazione, su una piastra di terreno solido contenente ampicillina e su una piastra di terreno solido contenente tetraciclina. Le colonie che crescono su terreno con ampicillina, ma non sono in grado di crescere in presenza di tetraciclina posseggono il plasmide ricombinante